Phys. sp.
643
d

16

S

<36615345370016

<36615345370016

Bayer. Staatsbibliothek

Phys. sp. 111.
643d -2 Sue
R.

Geschichte
des
Galvanismus
von seiner Entdeckung an
bis auf die neuesten Zeiten.

Von

P. Sue, dem Ältern,
öffentlichem Lehrer und Bibliothekar an der
medicinischen Schule zu Paris ꝛc.

Aus dem Französischen übersetzt
und
mit einigen Anmerkungen und Zusätzen
versehen
von
D. August Clarus.

Zweyter Theil.

Leipzig,
in der Dykschen Buchhandlung.
1803.

Ritter

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Neuntes Kapitel.

§. 1.

Auszug aus dem Bericht des B. Halle' an das Nationalinstitut über den Galvanismus.

Unter den französischen Aerzten hat sich der B. Halle' am meisten damit beschäftigt, die galvanischen Versuche zu wiederholen und sichere Folgerungen und Resultate daraus zu ziehen. Er befand sich daher auch unter der Anzahl von Gelehrten, denen das Nationalinstitut den Auftrag gab, die galvanischen Erscheinungen zu prüfen, und die Erfahrungen darüber zu berichtigen. Im Namen dieser Commission stattete er der mathematischen und physischen Klasse des Instituts einen Bericht über den Erfolg dieser Untersuchungen ab, der die meisten seiner Versuche enthält, und von dem wir hier einen Auszug liefern [1]).

1) Das Original erschien zu Paris unter dem Titel: Compte rendee à l'Institut national sur le Galvanisme, an 6. — — Das Protokoll über die Versuche würde ebenfalls vom Halle' aufgenommen, und bey dem Sekretariat des Instituts schriftlich niedergelegt. Auf dieses beziehen sich die

Die Commission, der dieser Bericht aufgetragen wurde, bestand aus den Bürgern Coulomb, Sabatier, Pelletan, Charles, Fourcroy, Vauquelin, Guyton und Halle. Mit ihnen verband sich in der Folge der B. Venturi aus Modena, um sämmtliche im Bericht erwähnten Versuche zu wiederholen, und späterhin trat noch der Hr. von Humboldt dieser Gesellschaft bey, unter dessen Leitung die im sechsten Artikel erzählten Versuche wiederholt wurden. Das letztere geschah im Prairial des Jahrs 6 (1798).

Die allgemeine Bedingung zur Hervorbringung derjenigen eigenthümlichen thierischen Erscheinungen, die man mit dem Namen Galvanismus bezeichnet, ist, wie bekannt, diese, daß man zwischen zwey, mehr oder weniger von einander entfernten Punkten einer Reihe von Muskeln und Nerven, mittelst dazu tauglicher Stoffe (galvanischer Instrumente) eine

Citate in dem gedruckten Bericht. Auszüge aus demselben finden sich in mehrern Journalen, unter andern im Bulletin de la société philomatique thermid. an 6. No. 17. und vendémiaire no. 19. — Recueil périodique de la société libre de méd. du Louvre tom. IV. p. 484. — Magas. encyclop. 1. nivos. an. 7. no. 16. — Journal de physique brumaire et frimaire an. 7. — — S. Ritters Beyträge zur nähern Kenntniß des Galvanismus, Bd. 1. St. 1.

Verbindung durch Berührung hervorbringt. Die ganze Reihe der in dieser Verbindung begriffenen Körper stellt im Augenblick der Wirkung eine geschlossene Kette dar, die man sich, als aus zwey Hauptgliedern bestehend, denken kann. Die Gränzen dieser Glieder sind an den beyden Punkten der Berührung, d. i. am Nerven der einen und am Muskel der andern Seite, so daß das eine Hauptglied der Kette aus den thierischen Organen, denen die Wirkung mitgetheilt werden soll, das andre aber aus den Stoffen besteht, durch welche man auf jene einwirken will. Die Abgeordneten des Instituts nennen den erstgedachten Theil der Kette den thierischen, den zweyten den excitirenden Bogen (arc excitateur.) Der letztere besteht öfters aus mehrern Stücken, von denen einige die Theile des Thieres, die man unter einander verbinden will, unmittelbar berühren, und deshalb Unterlagen (supports) oder Belegungen genannt werden, andre aber bloß dazu dienen durch eine ununterbrochne Reihe wechselseitiger Berührung die Belegungen unter sich zu vereinigen, und daher durch die Benennung Verbindungsglieder von jenen unterschieden werden können.

Zufolge dieses allgemeinen Ueberblicks theilt der Verf. des gegenwärtigen Berichts seinen Aufsatz in sechs Abschnitte. Er untersucht im ersten die

verschiedenen Verhältnisse und Verbindungen der Theile, welche den thierischen Bogen ausmachen und die Resultate hieraus. Im zweyten werden die Beobachtungen, welche die Abgeordneten über die Natur und die Abänderungen des excitirenden Bogens gemacht haben, dargestellt. Der dritte enthält die wichtigsten Bemerkungen der Commission über den Einfluß der äußern Umstände auf die beyden Hauptglieder der galvanischen Kette und auf das Gelingen und Nichtgelingen, so wie auf die Abweichungen im Erfolg der Versuche. Im vierten sind einige Versuche zusammengestellt über die zur Umänderung, Schwächung oder Wiederherstellung der thierischen Reizfähigkeit bey galvanischen Versuchen vorgeschlagenen Mittel. Der fünfte enthält eine kurze Reihe von Versuchen, die den Anfang einer fortzusetzenden Vergleichung der von einigen Physikern vermutheten Aehnlichkeit zwischen galvanischen und elektrischen Erscheinungen ausmachen sollen. Im sechsten endlich werden die Versuche erzählt, die der Hr. von Humboldt am 15. Prairial des Jahrs 6 im Beyseyn der Abgeordneten unternahm, und die zwar mit mehrern, die in den vorhergehenden Abschnitten erwähnt wurden, Aehnlichkeit haben, oder sich darauf beziehen, dabey aber unter wichtigen Modifikationen angestellt wurden. Uebrigens giebt der Verf. in diesem Abschnitt Nachricht von den Versuchen, welche die

Abgeordneten, nach Maaßgabe der von Humboldt mitgetheilten Beobachtungen, zu wiederholen willens waren.

Jeder dieser Artikel enthält allgemeine Bemerkungen über die in demselben erzählten Thatsachen. Da die Abgeordneten bloß von ihren eignen Versuchen sprechen, so beziehen sich ihre Bemerkungen auch bloß auf diese, sie behielten sich aber vor, auch über die Resultaten aus fremden Beobachtungen zu urtheilen, sobald sie sich, durch eigne Wiederholung derselben, von ihrer Richtigkeit würden überzeugt haben.

Erster Abschnitt. Wesentliche Theile des thierischen Bogens in der galvanischen Kette, und verschiedne mögliche Verbindungen dieser Theile unter einander. Es werden hier die Versuche erzählt, die man unter verschiedentlich abgeänderten Bedingungen in Rücksicht des thierischen Bogens anstellte. Dahin gehören die einfachen Versuche, wo eine Verbindung zwischen den Nerven und Muskeln, in denen sie sich verbreiten, gemacht wird; die Versuche an zerschnittnen und unterbundnen Nerven, wo man das abgeschnittne oder unterbundne Stück mit in die Kette faßt; ferner die Beobachtungen an Nerven von verschiednen Theilen und aus verschiednen Thieren, die man zusammen in einen Bogen vereinigt; — Zusammenziehungen durch Belegung des Nerven, oder

des Muskels allein; Zwischenlagen von Stücken Fleisch 2c. die hier ebenfalls als Bestandtheile des thierischen Bogens betrachtet werden; — Versuche an Thieren bey unverletzter Haut und Oberhaut. Bey allen diesen Versuchen ist jedesmal, mehrerer Genauigkeit willen, die Beschaffenheit der Belegungen und der übrigen Theile des excitirenden Bogens angegeben, ohngeachtet davon erst im folgenden Abschnitt ausführlich die Rede ist.

Aus diesen Beobachtungen werden eilf Sätze gefolgert, wobey jedoch erinnert wird, daß sie durch wiederholte Untersuchungen erst bestätiget werden müssen, und bloß als erste Ansicht zu betrachten sind. 1. Der thierische Bogen kann entweder durch Nerven und Muskeln, die unter sich in organischem Zusammenhange stehen, oder auch durch Nerven allein gebildet werden. 2. Die Nerven sind mithin der wesentliche Theil des thierischen Bogens. 3. Alle Theile desselben müssen entweder in organischem Zusammenhange oder wenigstens in Berührung stehen. 4. Durchschneidung und Unterbindung des Nerven unterbricht die Wirkung des excitirenden Bogens nicht, wenn nur die unterbundnen oder zerschnittnen Theile in Berührung bleiben. 5. Eben so wenig wird durch Verschiedenheit der Theile, die den thierischen Bogen ausmachen, sein Zusammenhang unterbrochen. 6. Wird der Zusammenhang des Bogens

auf andre Weise gestört, so kann man ihn durch Dazwischenlegen nicht animalischer Stoffe, vorzüglich metallischer Leiter, wieder herstellen, wenn man nur darauf sieht, daß sich alle genau berühren. 7. Da die Nerven eines vollständigen animalischen Bogens sich jedesmal zuletzt in den Muskeln verbreiten, so müssen jedesmal bloß diejenigen Muskeln afficirt werden, die am entgegengesetzten Ende des Bogens, oder an demjenigen liegen, welches von dem Ursprunge der Nerven, die den Bogen ausmachen, am weitesten entfernt ist. 8. Wenn der Ursprung aller Nerven, die den Bogen ausmachen, nach dem einen Ende zu liegt, so erfolgen die Zusammenziehungen bloß im entgegengesetzten. 9. Besteht der thierische Bogen aus mehrern Systemen verschiedner Nerven, deren Anfang gegen die Mitte des Bogens zu liegt, so entstehen gleich starke Bewegungen in den Muskeln der beyden Enden des Bogens, zu denen sich Nerven verbreiten. 10. Mehrere mit Genauigkeit angestellte Versuche streiten gegen die Meinung derer, welche die galvanischen Erscheinungen von dem Zusammentreffen zweyer entgegengesetzten Thätigkeiten, (influences) von denen die eine in den Nerven und die andre in den Muskeln ihren Sitz habe, ableiten, und man hat demnach das Verhalten des Nerven und des Muskels bey diesen Versuchen fälschlich mit dem Verhalten der innern und äußern Belegung der Leidner

Flasche verglichen. 11. Bey unzerlegten Thieren ist die Bekleidung der Oberhaut dem Gelingen der Versuche hinderlich: ist die Oberhaut sehr zart und dünn, so bleibt zwar der Erfolg nicht ganz aus, wird aber doch immer sehr merklich geschwächt.

Zweyter Abschnitt. Von den Bestandtheilen des excitirenden Bogens ihrer natürlichen Beschaffenheit und verschiednen Zusammenstellung. Es besteht dieser Abschnitt aus sieben Unterabtheilungen: In der ersten werden die Versuche aufgestellt, die mit einem einzigen, mit zwey, drey oder mehrern verschiednen Metallen gemacht wurden. Ferner findet man hier Beobachtungen über metallische Mischungen und deren verschiedne Verhältnisse, über Amalgame, verschiedentlich vererzte und oxydirte Metalle, desgleichen über den Einfluß des Reibens der Metalle an einander, so wie auch ihrer Verbindungen mit Kohle, Schwefel, Phosphor und Sauerstoff, deren man sich insgesammt zu Belegungen bediente. Die zweyte Unterabtheilung enthält die Versuche mit Kohle und kohlenstoffhaltigen Substanzen; die dritte das Verhalten idioelektrischer Stoffe, des Agaths, Asphalts, Schwefels, Bernsteins, Siegellacks, Basalts rc. durch welche unter allen Umständen die galvanischen Erscheinungen gänzlich unterbrochen wurden. Eben so verhält sich die Luft, anders aber das

Wasser und feuchte Stoffe; von deren merkwürdigen Einfluß in der vierten Unterabtheilung die Rede ist. Die fünfte handelt von dem Verhalten thierischer Stoffe, wenn man sich ihrer als excitirenden Bogens bedient; die sechste von dem entschiedenen Einfluß den die Größe der Oberfläche der Theile, welche den excitirenden Bogen ausmachen, auf die Verstärkung des Erfolgs äußert, und die siebente von der qualitativen Verschiedenheit dieser Stoffe in Rücksicht auf ihre größere oder geringere Excitationsfähigkeit.

Halle's allgemeine Bemerkungen über diese Versuche zeigen folgendes: 1. Die galvanischen Versuche gelingen am besten, wenn der excitirende Bogen wenigstens aus drey verschiedenartigen Stücken besteht, die man unter den Metallen, Wasser und feuchten Körpern, kohlenstoffhaltigen und thierischen, von der Oberhaut entblößten Stoffen auswählen kann. 2. Demohngeachtet ist der Bogen auch dann wirksam, wenn er nur aus einem einzigen Stein oder einem einzigen dazu geeigneten Stoffe besteht. 3. Unter Umständen, wo ein gleichartiger Bogen unwirksam ist, reicht oft die geringste Veränderung in der natürlichen Beschaffenheit eines seiner Theile hin, die gewöhnliche Wirkung hervorzubringen. 4. Ein unwirksamer Bogen kann durch Stoffe, die ihrer Natur nach excitirend sind, ergänzt werden. 5. Die Wirkung

beyder kann durch Trennung, oder doch durch hinreichende Entfernung der einzelnen Glieder des excitirenden Bogens unterbrochen werden. 6. Der mindeste Grad von Feuchtigkeit ist hinreichend die Theile des leitenden Bogens zu vereinigen und die Erscheinung hervorzurufen. 7. Die Beschaffenheit der atmosphärischen Luft und der übrigen äußern Umstände haben oft großen Einfluß auf die Versuche. 8. Muskelfleisch, es mag entblößt, oder mit der Oberhaut bedeckt, und diese mag trocken oder naß seyn, scheint unter die Stoffe zu gehören, welche, als Glieder des leitenden Bogens betrachtet, die Wirkung desselben schwächen. Die Oberhaut an sich, so wie auch die Haare an verschiedenen Theilen des Körpers, verhalten sich wie idioelektrische Stoffe. 9. Die meisten Körper, welche fähig sind Glieder des excitirenden Bogens zu werden, sind auch Leiter für die Elektricität, da im Gegentheil diejenigen, welche die Wirkung des Bogens unterbrechen, meistens zu der Klasse der idioelektrischen gehören, welche Annahme jedoch, nach Humboldts Beobachtungen, große Ausnahmen erleidet. 10. Die Stärke der galvanischen Erscheinungen hängt nicht bloß von der qualitativen Verschiedenheit der einzelnen Glieder des excitirenden Bogens und von ihrer verschiednen Zusammenstellung, sondern auch von ihrer Länge, und vorzüglich von der Größe ihrer Oberflächen ab.

Dritter Abschnitt. Ueber die äußern Bedingungen bey der Zusammensetzung der galvanischen Kette und der beyden Bogen aus denen sie besteht, und über den Einfluß dieser Bedingungen auf den Erfolg der Versuche. Zu diesen äußern Bedingungen rechnet der Verf. den Zustand der Theile des den Versuch unterworfenen Thieres selbst, in Rücksicht auf ihre Contraktilität und Reizempfänglichkeit, deren Einfluß vorzüglich bey den Versuchen mit homogenen Excitatoren und Belegungen bemerkbar wird. Nicht minder kommt bey den galvanischen Versuchen vieles auf die Art an, wie die Kette geschlossen wird, ob man nämlich die Berührung an der Belegung oder an einem andern Theile des excitirenden Bogens geschehen läßt, ob man die Verbindungsglieder nähert oder entfernt, ob die Schließung und Oeffnung der Kette schnell oder langsam geschieht, oder ob man die einzelnen Glieder der Kette bloß an einander verschiebt, ohne ihre gegenseitige Berührung aufzuheben. Ferner wurde bemerkt, daß das Gelingen oder Nichtgelingen der Versuche oft von der Anzahl und Beschaffenheit der früher an demselben Organ angestellten Versuche abhängt. Da endlich die bisherigen Beobachtuugen bloß in atmosphärischer Luft angestellt worden waren, so unternahm man eine Reihe von Versuchen in Wasser und in der

elektrischen Atmosphäre, woraus sich ergab, daß die Beschaffenheit des Medium, in dem man experimentirt, einer der wichtigsten Umstände sey, auf die es bey den Versuchen ankommt.

Die hier erzählten Versuche leiteten auf folgende Schlüsse: 1. Die Fähigheit der thierischen Organe durch den Galvanismus in Thätigkeit gesetzt zu werden, wird, wie es scheint, in vielen Fällen durch mäßig wiederholte Versuche vermehrt, durch allzulang anhaltende Anstrengung erschöpft, und durch Ruhe wieder hergestellt. 2. Da so viele Umstände auf das Resultat der galvanischen Versuche, und auf ihr Gelingen oder Fehlschlagen Einfluß haben, so gehört die größte Behutsamkeit dazu, um über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit eines Erfolgs zu entscheiden, wofern man nicht alle mitwirkenden Umstände vollkomuen in seiner Gewalt hat und sie genau zu berechnen im Stande ist. 3. Ein vorzüglicher Beweis für das eben Gesagte ist der Umstand, daß die galvanischen Zuckungen nach geschehener Schließung der Kette fortdauern, wenn man den verbindenden Bogen auf derselben Stelle mit der Hand festhält, ohne ihn, dem Anschein nach, im mindesten zu verrücken. Da nun die Fortdauer der Erscheinung irgend eine wirkliche Veränderung in der Art der Berührung zum Grunde haben muß, so läßt sich daraus schließen, daß bey empfänglichen Thieren

schon ein äußerst geringfügiger Umstand in der Lage der Kettenglieder unter einander eine bemerkbare Wirkung veranlassen und zu einer Täuschung über den wahren Erfolg der Versuche Gelegenheit geben könne. 4. Noch mehr wird die Nothwendigkeit der gedachten Vorsicht durch die Beobachtung bestätigt, daß galvanische Zusammenziehungen oft bey bloßer Annäherung oder Entfernung des leitenden Bogens erfolgen, daher jeder einzelne Moment der Operation seine besondre Aufmerksamkeit fodert. 5. Man wird geneigt zu glauben, daß die Fähigkeit oder Unfähigkeit der Kettenglieder Bewegungen hervorzubringen nicht ihre einzige Eigenschaft sey, sondern daß noch überdieß gewisse Zusammenstellungen derselben die Bewegungen schwächen, andre hingegen sie lebhafter machen, und auf diese Weise dem Thiere eine größere oder geringere Empfänglichkeit für die nachfolgenden Versuche mittheilen. 6. Zur Genauigkeit und vollständigen Beurtheilung der Versuche gehört, außer der nöthigen Aufmerksamkeit auf die Beschaffenheit der Atmosphäre, auch noch eine genaue Beobachtung des Zustandes der Thiere selbst, an denen man experimentirt, und der Art wie man sie bis zum Augenblick des Versuchs aufbewahrt und erhalten hat. 7. Endlich wäre zu wünschen, daß man die verschiednen Bedingungen der Versuche nach ihrer Wirksamkeit ordnete, und auf diese Art eine

galvanische Skale construirte, mit deren Hülfe man den Grad der Reizempfänglichkeit eines jeden Thieres ausmitteln und bestimmen könnte, zu welchen Versuchen es geschickt sey. Diese Idee, welche größtentheils in dem Humboldtschen Werke über die gereizte Muskel und Nervenfaser ausgeführt worden ist, könnte übrigens auch dazu dienen, zu bestimmen, in wiefern das Gelingen oder Nichtgelingen eines Versuchs sichere Schlüsse auf absolut negatives oder absolut positives Verhalten gegebner Bedingungen erlaubt.

Vierter Abschnitt. Versuche über die Mittel die Empfänglichkeit der Thiere für den galvanischen Reiz zu ändern, zu schwächen, oder wiederherzustellen. Zur vollständigen Uebersicht der Ursachen, die auf den Erfolg der Versuche Einfluß haben, gehört, abgesehen von der Methode der Versuche selbst, dem Zustand der Reizempfänglichkeit im Thiere und der Beschaffenheit der Medien, auch noch eine besondre Betrachtung der verschiednen Stoffe, welche die Reizfähigkeit der Nerven und Muskeln vermehren oder vermindern. Dahin gehören nun 1. die Elektricität und besonders der elektrische Funke, der bey dem einzigen hierüber angestellten Versuche, die Reizempfänglichkeit, durch oft wiederholte Versuche erschöpfter Thiere, wieder herstellte. — 2. Verschiedne Flüssigkeiten, die

man bey erschöpften Thieren auf die Muskeln brachte, z. B. Alcohol, oxygenirte Salzsäure, Auflösungen von Kali und Opium, wobey man sich jedesmals der wirksamsten Metalle, z. B. des Silbers und Zinks, zu Belegungen bediente. Wiederholte Versuche, von der Art, wie sie Humboldt beschreibt, und nach seiner Methode angestellt, zeigten zwar nicht den Erfolg, den er daran bemerkt haben will, indessen erinnerte er gegen die Abgeordneten, daß Versuche dieser Art, bey denen es auf die Bestimmung so feiner bald mehr bald weniger leicht zu entdeckenden Unterschiede ankäme, in einer kältern Jahrszeit und bey einem höhern Grade von Reizbarkeit angestellt werden müßten. — 3. Verschiedne Vorkehrungen und Mittel, wodurch man Thiere in den Zustand einer Asphyxie versetzt, z. B. Wirkung verschiedner Gasarten, luftleerer Raum, starke elektrische Schläge, Erdrosselung, Ersäufung u. s. w. Um die Erscheinungen und die Folgen der verschiednen Arten der Asphyxie zu vergleichen, stellte man bey der école de médecine Versuche über das Verhalten der Muskeln gegen dem galvanischen Reiz in diesem Zustand an warm- und kaltblütigen Thieren an, und fand, daß die Ursache der Asphyxie und die Art, wie man sie einwirken läßt, sehr verschiedenartige Erscheinungen hervorbringt. Die wichtigsten Beobachtungen darüber sind folgende: 1. Bey dem leblosen Zustand der

in geschwefelten Wasserstoffgas, oder in Kohlendampf erfolgt, oder durch Ersäufung und Aufhängen an den Hinterfüßen bewirkt worden war, schien die Reizempfänglichkeit gänzlich erloschen. 2. Durch reines kohlensaures Gas unter dem Quecksilberapparat schien sie bloß unterdrückt. 3. Durch geschwefeltes Wasserstoffgas, welches bereits einen Theil seines Schwefels verloren hatte, — durch gasförmiges Ammoniak, Stickgas und in Luftarten die durch Respiration ihren Sauerstoff verloren hatten, desgleichen durch Ersäufen, wurde die Reizempfänglichkeit vermindert; unverändert hingegen blieb sie 4. wenn man die Thiere in Quecksilber ersäufte, oder in reinem oder gekohltem Wasserstoffgas, in oxygenirter Salzsäure und Schwefelsäure umkommen ließ, oder wenn man sie erdrosselte, oder sie unter der Luftpumpe und durch Schläge elektrischer Batterien tödtete.

Durch diese Versuche sollen folgende Sätze erwiesen werden. 1. Alle Asphyxien kommen darin überein, daß sie eine Entziehung der zum Athmen tauglichen Atmosphäre und eine Unterdrückung der Verrichtungen des Athemholens und Blutumlaufs zum Grunde haben, weichen aber in ihren Erscheinungen, nach Maaßgabe ihrer verschiednen äußern Momente, sehr von einander ab. 2. Einige dieser Gelegenheitsursachen wirken allgemeiner und eindringender,

auf alle Theile des Nerven- und Muskelsystems zugleich, andre hingegen nur oberflächlich, so daß sie bloß die Lungen in einen asphyktischen Zustand versetzen. 3. Eine der wichtigsten Veränderungen in diesem Zustande ist das Verhältniß der Reizempfänglichkeit zu dem galvanischen Agens. 4. Die Empfänglichkeit der Muskeln für mechanische Reize steht nicht immer in gleichem Verhältniß mit ihrer Empfänglichkeit für den Galvanismus. 5. Die äußern Ursachen der Asphyxien wirken nicht auf alle Theile des Muskelsystems auf gleiche Weise, und das Herz befindet sich oft in einem ganz andern Zustande als die übrigen Muskeln [2]).

Fünfter Abschnitt. Erste Versuche zur Vergleichung der galvanischen und elektrischen Erscheinungen. Da Galvani durch die in der Nähe einer Elektrisirmaschine an Fröschen bemerkten Bewegungen zuerst auf die Entdeckung geleitet wurde, welche seit zwölf Jahren die Physiker beschäftigt; so glaubten die Abgeordneten des Instituts fürs erste untersuchen zu müssen,

2) M. s. in den Mem. de la Soc. philomat. d. Paris T. I. p. 95. die Nachricht von den Versuchen des D. Garbett über die Asphyxie, welche in der Folge von den Herren Bellot, Vie', Silvestre und Riche an einer großen Anzahl von Thieren wiederholt wurden. A. d. Vf.

welchen Einfluß die Elektricität auf die zu Versuchen bestimmten Thiere habe und dann erst die Wechselwirkung beyder Erscheinungen auf einander prüfen zu können. Daher beziehen sich die ersten Versuche auf die Empfänglichkeit der Thiere für den elektrischen Reiz, die folgenden aber sollen zur Vergleichung der Empfänglichkeit für den Galvanismus und der Empfänglichkeit für die Elektricität dienen. Die meisten dieser Beobachtungen, die Versuche unter Wasser und mit homogenen Armaturen ꝛc. schienen die Volta'sche Theorie, von einem gestörten Gleichgewicht der Elektricität der Metalle, als Ursache der galvanischen Erscheinungen, zu widerlegen, oder doch zu entkräften, und die Zweifel über die Identität der Elektricität und des Galvanismus zu vermehren.

Sechster Abschnitt. Ergänzungsversuche, die in Gegenwart der Abgeordneten vom Hrn. v. Humboldt angestellt wurden und sich auf mehrere in den vorhergehenden Abschnitten erwähnte Behauptungen beziehen. Diese Versuche sind in eben der Ordnung aufgestellt, in der die fünf ersten Abschnitte auf einander folgen, und beziehen sich auf folgende Gegenstände: 1. Wirkung des Galvanismus auf die Bewegungen des Herzens. 2. Unterbindung der Nerven. 3. Anbringung verdünstender Flüssigkeiten auf verschiedne Theile des excitirenden Bogens, und

Störung oder Wiederherstellung des Gleichgewichts in den Endgliedern desselben. 4. Galvanische Atmosphäre. 5. Stoffe die vorzüglich gute Leiter für die Elektricität sind, und nichts desto weniger die galvanische Thätigkeit unterbrechen. 6. Vergleichung der elektrischen Wirkung aufs Elektrometer und auf die Nerven und Muskeln. 7. Ankündigung neuer Versuche von Humboldt, die noch einer besondern Bestätigung bedürfen, aber in der damaligen Jahrszeit nicht angestellt werden konnten, weil ihr Gelingen einen hohen Grad von Reizempfänglichkeit des Thieres voraussetzt, den man bey Fröschen, vorzüglich am Ende des Winters und zu Anfang des Frühlings, wenn das Thier aus dem Winterschlaf erwacht und sich eben begatten will, findet; Humboldt erinnert bey dieser Gelegenheit, daß sich nach der Begattungszeit die Reizbarkeit vermindert, und daß sie außer dieser Periode, unter übrigens gleichen Umständen, bey Männchen in den vordern Extremitäten, mit denen es das Weibchen umfaßt, am stärksten ist, übrigens aber im Durchschnitt bey den Weibchen einen höhern Grad hat, als bey den Männchen, vorzüglich in den hintern Extremitäten.

Die allgemeinen Reflexionen über diesen Abschnitt enthalten eine Schilderung der großen Hoffnungen, zu welchen uns die bisherigen Entdeckungen im Gebiete des Galvanismus berechtigen, dessen bis jetzt

noch unbekanntes, und vielleicht noch lange nicht zu entdeckendes Princip, augenscheinlich die wesentliche Ursache der Wechselwirkung zwischen Nerven und Muskeln enthält. Die Wirkungen dieses Princips, die Art und die Mittel seiner Fortpflanzung, das doppelte Verhältniß der Körper zu denselben, da eine Klasse von Körpern die Fortpflanzung zuläßt, eine andre aber sie hindert, und noch mehrere Umstände deuten auf eine Analogie zwischen Galvanismus und Elektricität, die aber noch keine vollkommne Indentität begründet. Uebrigens wird durch diese Erscheinungen eine Wahrheit bestätigt, die zwar schon bekannt ist, aber nunmehr mit größerer Evidenz erwiesen und von mehrern Seiten untersucht werden kann, daß nämlich in einzelnen Theilen die Kennzeichen des Lebens isolirt fortdauern können, nachdem es im ganzen übrigen Körper schon längst erloschen war, weil die Verrichtungen, von denen die Uebereinstimmung des Ganzen zu einem gemeinschaftlichen Zweck abhängt, das Athemholen und der Blutumlauf, aufgehört hatten. Endlich können uns die Versuche über den asphyktischen Zustand der Thiere, und die Betrachtung der verschiednen Ursachen desselben, so wie des verschiednen Grades und der eben so verschiednen Qualität ihrer Wirkung auf die Lebenskräfte, nicht nur in der Erkenntniß, sondern auch in der Behandlung der Asphyxien um einen Schritt weiter bringen.

§. 2.

Abhandlung über den Galvanismus von Lehot.

Lehot's Absicht ist, zu erweisen, daß in der galvanischen Kette ein sehr feines Fluidum cirkulirt, dessen Richtung sich, bey sehr vielen Ketten, aus unzweydeutigen Kennzeichen und mit Hülfe einiger allgemeinen Regeln bestimmen läßt. Eben so behauptet er umgekehrt aus der Richtung des Fluidums und der natürlichen Beschaffenheit der einzelnen Kettenglieder die gegenseitige Lage der letztern angeben, und durch Einschieben neuer Glieder oder durch Veränderung ihrer Lage die Richtung des Fluidum nach der einen oder andern Seite hin bestimmen, oder es zum völligen Gleichgewicht bringen zu können. Diese Meinung gründet sich auf die von den Physikern und Physiologen völlig übersehene Bemerkung, daß sich das Fluidum bey seinem Uebergange aus den Organen in die Belegungen anhäuft, mittelst welcher Beobachtung man im Stande ist, die Natur der Metalle in einer Entfernung von mehrern Metres durch die galvanischen Erscheinungen zu bestimmen. Die vorzüglichsten Resultate aus den Lehot'schen Versuchen sind folgende:

Erster Versuch. Man nehme in die eine Hand einen frisch präparirten Froschschenkel und bringe den Nerven desselben in Berührung mit einer

Zinkplatte, deren andres Ende in ein Gefäß mit Quecksilber getaucht wird. Bringt man nun den Finger der andern Hand in das Quecksilber, so erfolgen in dem Schenkel heftige Zuckungen, wie dieses auch dann der Fall ist, wenn man die Finger mit Zink, Bley, Zinn, Quecksilber, Wismuth, Kupfer, Silber oder Reisbley armirt, zur Nervenbelegung aber ein Metall wählt, das in der eben angegebnen Reihe dem erstern voransteht. Das Benetzen der Finger ist bey diesem Versuche unumgänglich nothwendig, daher auch, wenn bey den folgenden Versuchen von Schließung der Kette durch die Finger die Rede ist, jedesmal das Anfeuchten derselben vorausgesetzt wird.

Zweyter Versuch. Bringt man im Gegentheil, unter übrigens gleichen Umständen, den Nerven mit dem Quecksilber unmittelbar in Berührung, und taucht mit der benetzten Hand einen Zinkstab in dasselbe ein, so erfolgen keine, oder nur sehr schwache Zusammenziehungen; das letztere auch nur dann, wenn die Reizempfänglichkeit des Thieres noch nicht zu sehr geschwächt ist. Entfernt man aber den Nerven vom Quecksilber, oder öffnet man überhaupt die Kette an irgend einem Punkte, so treten die Bewegungen ein. Der Erfolg ist derselbe, wenn man die Finger mit einem Metall aus der beym ersten Versuch angegebenen Reihe armirt und eins von denen,

welche ihm in derselben Reihe nachstehen, zur Nervenbelegung nimmt. Armirt man daher einen Nerven mit Bley und die Finger mit Zink, so erhält man bey Berührung der beyden Metalle keine Zusammenziehung, wohl aber wenn man die Kette an irgend einer Stelle öffnet. Wird hingegen erwähntermaßen der Nerve mit Bley, die Finger aber mit Silber armirt, so zeigen sich die Zusammenziehungen bey Schließung der Kette [3].

Dritter Versuch. Wenn man eine Zinkplatte auf die Zunge legt, und sie mit einem Stück Silber, das man zwischen den befeuchteten Fingern hält, berührt, so nimmt man im Augenblick der Berührung einen besondern Geschmack wahr. Eben

3) Diese Versuche, welche beym Quecksilber sehr leicht und ohne besondre Vorsicht gelingen, erfordern sehr viele Genauigkeit, wenn sie mit andern Metallen gelingen sollen. Theils muß die Reizempfänglichkeit sehr geschwächt seyn und die Nervenarmatur darf mit dem Muskel in gar keiner Verbindung stehen, als durch den Nerven selbst, theils muß man bey Schließung der Kette aufs sorgfältigste vermeiden, den Theilen derselben mit der Hand eine oscillirende Bewegung mitzutheilen. Man kann sich hiezu entweder der vom Verf. beschriebnen Vorrichtung (s. Gilberts Ann. d. Phys. Bd. 9. S. 192.) oder einen ähnlichen bedienen, um die Metalle ohne Oscillation einander nähern zu können.

A. d. Vf.

das geschieht, wenn man die Zunge mit einem der beym ersten Versuch angegebnen Metalle belegt und die Finger mit einem in dieser Reihe später genannten armirt, dagegen ist beym Oeffnen der Kette kein Geschmack zu bemerken.

Vierter Versuch. Kehrt man im Gegentheil den Versuch um, so daß das Silber auf die Zunge zu liegen kommt, der Zink aber zwischen den befeuchteten Fingern gehalten wird, so ist bey der Schließung der Kette keine, oder nur eine sehr schwache Empfindung zu bemerken. Im Gegentheil aber fühlt man beym Oeffnen der Kette, an irgend einem beliebigen Punkte, einen Geschmack, der etwas schwächer ist, als beym dritten Versuch und sich langsamer verbreitet. Der Erfolg ist jederzeit derselbe, wenn man zur Zungenbelegung ein Metall aus der oben aufgeführten Reihe und zur Armatur der Finger ein anderes, das in derselben Reihe früher genannt ist, wählt. Ist z. B. die Zunge mit Bley und die Hand mit Zink armirt, so fehlt der Geschmack bey Berührung der Metalle und zeigt sich bey Trennung derselben. Im Gegentheil entsteht die Sensation im Augenblick der Berührung, wenn man das Bley auf der Zunge liegen läßt und die Finger mit Silber armirt.

Fünfter Versuch. Legt man den Schenkel eines Frosches auf Silber und die Nerven auf Zink oder Bley, so entstehen im Augenblick der Berührung

heftige Contractionen. Der Erfolg ist immer derselbe, so oft man die Belegungen aus der angegebnen Reihe von Metallen so wählt, daß die Nervenbelegung früher, die Muskelbelegung aber später genannt ist.

Sechster Versuch. Wird der Muskel mit Zink und der Nerve mit Silber, oder einem andern in obigem Verzeichniß später als die Muskelarmatur genanntem Metalle armirt, so erfolgen die Zusammenziehungen nicht eher als bey Oeffnung der Kette. Doch ist zu erinnern, daß man bey diesem Versuche auf die in der Anm. S. 25. angegebnen Vorsichtsregeln vorzüglich Rücksicht zu nehmen hat, wenn er nicht fehlschlagen soll.

Im ersten, zweyten und fünften Versuch, wo sich die Erscheinungen im Augenblick der Schließung der Kette äußern, setzt sich das in den Theilen der Kette enthaltne Fluidum in Bewegung und wirkt unmittelbar aus der Belegung auf die Zunge oder auf die Nerven ein. Kehrt man aber die Ordnung der Kette um, so muß auch der galvanische Strom eine umgekehrte Richtnng erhalten, wie dieses in den Versuchen 2, 4 und 6 der Fall ist. In diesen Fällen wird das Fluidum in den Punkten der Zunge oder der Nerven, die mit den Belegungen in Berührung stehen, angehäuft, und äußert sodann seine Wirksamkeit erst beym Oeffnen der Kette. Soll aber eine solche Anhäufung statt finden, so ist dazu erfoderlich,

daß die Richtung des Stromes von den Muskeln gegen die Nerven, oder von den Fingern gegen die Zunge hin gehe, daher denn auch umgekehrt die Anhäufung ein Kennzeichen für die Richtung des Stromes abgeben kann, die sich daraus in allen Fällen bestimmen läßt.

Aus den eben angeführten Beobachtungen und aus den schon bekannten Thatsachen über den Galvanismus lassen sich folgende allgemeine Sätze ziehen:

1. Alle Stoffe, die in der Kette als erregend wirken, enthalten galvanisches Fluidum, feuchte Stoffe aber, so wie auch die thierischen Organe, enthalten dessen sehr wenig und haben in Vergleichung mit den Metallen eine sehr geringe Capacität für dasselbe.

2. Bringt man zwey erregend wirkende Stoffe in Berührung, so strebt das in ihnen enthaletne galvanische Fluidum sich in beyden ins Gleichgewicht zu setzen, daher derjenige Stoff, welcher die geringste Capacität hat, einen Theil desselben an den andern, dessen Capacität größer ist, abgiebt. Die bis jetzt in dieser Absicht untersuchten Metalle und kohlenstoffhaltigen Körper folgen in Rücksicht ihrer Capacität in nachfolgender Ordnung auf einander: Zink, Bley, Zinn, Quecksilber, Wismuth, Rothkupfer, Silber, Reisbley. Mithin stehen die einzelnen Glieder dieser Reihe in einem solchen Verhältniß zu einander, daß wenn

zwey derselben sich berühren, jedesmal das in der Reihe voranstehende dem folgenden einen Theil des Fluidum entzieht, das nachfolgende aber bey der Berührung einen Theil des ihm eigenthümlichen Fluidum an das erstere abgiebt.

3. Dringt das galvanische Fluidum dergestalt in die Zunge ein, daß es seine Richtung von der Spitze gegen die Wurzel derselben nimmt, so entsteht ein eigenthümlicher Geschmack, der nach Maaßgabe der größern oder geringern Menge des Fluidum und des Grades der Reizempfänglichkeit im Organ selbst stärker oder schwächer ist. Strebt hingegen das Fluidum aus dem thierischen Bogen durch die Zunge herauszutreten, so ist der Geschmack weit schwächer, theils weil die Menge des in Bewegung gesetzten Fluidum überhaupt geringer ist, (daher auch bey sehr geringer Quantität desselben der Geschmack ganz unmerklich wird,) theils auch, weil das Fluidum bey seinem Austritt aus der Zunge größern Widerstand findet. Der letztere Umstand macht, daß es sich zum Theil in dem belegten Theile dieses Organs anhäuft, und, wenn die Ursache der Anhäufung gehoben ist (bey Lösung der Kette,) nach der Wurzel desselben zurückströmt und so den bekannten galvanischen Geschmack veranlaßt.

4. Wenn in Organen, die noch nicht lange vom lebenden thierischen Körper getrennt worden sind,

8. Wenn man die Kette, welche das galvanische Fluidum in Bewegung setzt, durch einen isolirenden Körper unterbricht, so kehrt das durch Bildung der Kette im Organ angehäufte Fluidum in sich selbst zurück, und es entsteht eine Strömung nach der entgegengesetzten Seite.

Diese Sätze, welche der Theorie des Galvanismus zur Grundlage dienen können, werden noch durch folgende Erfahrungen bestätigt.

Siebenter Versuch. Nimmt jemand einen Froschschenkel, dessen Nerve mit Zink armirt ist, in die eine Hand, und bringt ein Stück Silber auf die Zunge, so entstehen im Augenblick, wo man beyde Metalle in Berührung bringt, Zuckungen im Schenkel, aber auf der Zunge keine, oder nur eine schwache Sensation. Im Gegentheil bemerkt man bey Trennung der Kette einen ziemlich starken Geschmack und keine Zusammenziehung. Wird umgekehrt die Zunge mit Zink und der Nerve mit Silber armirt, so erfolgen auch die Erscheinungen in umgekehrter Ordnung, im Fall nämlich die Erregbarkeit schon geschwächt ist, dergestalt, daß die Schließung der Kette von einer Affektion der Zunge, ohne Zusammenziehungen, das Oeffnen derselben hingegen von Muskelbewegungen, ohne Geschmacksempfindung, begleitet ist. Im erstern der gedachten Fälle geht die Richtung des Stroms aus dem Silber, mit dem die Zunge belegt

ist gegen den Zink oder die Nervenbelegung hin. Das Fluidum dringt unmittelbar in den Nerven ein, veranlaßt Zusammenziehungen in den Muskeln, durchströmt den Körper der Person, die den Schenkel in der Hand hält und häuft sich in der Zunge derselben an, ohne einen Geschmack hervorzubringen. Oeffnet man nun die Kette, so strömt das Fluidum in entgegengesetzter Richtung wieder nach seiner Quelle zurück, und bewirkt eine Empfindung auf der Zunge, ohne den Schenkel zu afficiren. Im zweyten Falle tritt von allem das Gegentheil ein.

Achter Versuch. Wenn von zwey Personen, die sich bey der Hand fassen, die eine ihre Zunge mit Zink und die andre mit Silber armirt, so wird, bey Berührung beyder Metalle, die Person, welche mit Zink armirt ist, einen Geschmack auf der Zunge wahrnehmen, die andre hingegen nicht. Entfernt man aber den Zink vom Silber, so wird die Person, welche bey Schließung der Kette die Empfindung hatte, nichts fühlen, und dafür die andre den Geschmack verspüren.

Neunter Versuch. Endlich ist auch noch der Fall möglich, daß beyde Endpunkte des thierischen Bogens aus Nerven bestehen. Wenn man z. B. zwey Froschschenkel auf eine Glasplatte legt, ihre Muskeln durch eine Metallplatte verbindet und den einen Nerven mit Zink den andern aber mit Silber

armirt, so wird bey Vereinigung der beyden Armaturen durch Silber oder Zink, der mit Zink armirte Schenkel Zuckungen erleiden, der andre aber, im Fall nämlich die Erregbarkeit schon bis auf einen gewissen Grad vermindert ist, in Ruhe bleiben. Bey Lösung der Kette werden die Erscheinungen umgekehrt erfolgen.

Zehnter Versuch. Der im zweyten Versuch beschriebne Fall ist bey Schließung der Kette negativ, kann aber positiv werden, wenn man, nachdem die Kette auf die daselbst beschriebne Weise geschlossen ist, ohne den Nerven vom Quecksilber zu entfernen, entweder den Muskel unmittelbar mit dem Quecksilber in Berührung bringt, oder zwischen dem Muskel und seiner Zinkarmatur, oder auch mit Hinweglassung der letztern zwischen dem Muskel und dem Quecksilber, durch ein andres beliebiges Metall eine Verbindung macht [4]). Die Erklärung dieses Phänomens ist folgende: Das Fluidum wird da, wo der Nerven seine Armatur berührt, angehäuft, und strömt, wenn

4) Es versteht sich wohl, daß das Metall, welches Muskel und Zink, oder Muskel und Quecksilber verbinden soll, eines von denen seyn muß, die in obigen Verzeichniß (Vers. 1.) dem Quecksilber nachstehen, weder Bley noch Zinn, sondern Wismuth, Kupfer, Silber oder Reißbley; wenigstens läßt sich bloß unter dieser Annahme der hier beschriebne Erfolg nach Lehot's Grundsätzen erklären. A. d. Ueb.

die Art der Verbindung zwischen Muskel und Quecksilber geändert wird, nach dem Muskel zurück, woselbst es Zuckungen erregt. Verhielte sich der Fall anders, und bliebe das Fluidum bey dieser Veränderung am Berührungspunkte des Nerven und seiner Armatur angehäuft, so müßten, wie im zweyten Versuch, bey Trennung der Kette zwischen der Muskelarmatur und dem Quecksilber, Zusammenziehungen eintreten, welches doch nicht geschieht.

Eilfter Versuch. Hält man einen auf die gewöhnliche Art präparirten Froschschenkel in der einen Hand, und läßt Nerven und Muskel in einigen Punkten die Oberfläche von Quecksilber berühren, so entstehen sehr starke Zuckungen, wenn man die andre (befeuchtete) Hand durch eine Zinkstange mit dem Quecksilber verbindet. Dieser Fall ist dem Vers. 3. beschriebnen gerade entgegengesetzt: Dort häuft sich nämlich das Fluidum im Nerven an, hier strömt es aus dem Muskel aus und bewirkt Contraktionen. Es kann jedoch die Erregbarkeit bis auf den Grad vermindert werden, daß bey dieser doppelten Verbindung zwischen Nerven und Muskel weder das Schließen noch das Oeffnen der Kette Bewegungen hervorbringt.

Zwölfter Versuch. Wenn man, wie beym sechsten Versuch, den Muskel mit Zink und den Nerven mit Silber armirt und nun, ohne die Verbindung zwischen Zink und Muskel aufzuheben, den Muskel

auch mit der Silberarmatur des Nerven in Berührung bringt, so wird eine Vereinigung beyder Metalle starke Zuckungen erregen. Der Erfolg ist der nämliche, wenn man statt des Silbers Kupfer, Reißbley oder Bley zur Nervenarmatur wählt.

In einer Kette aus drey Metallen geht die Richtung des Stroms allemal von dem Ende der Kette aus, dessen Metall in der oben aufgeführten Reihe früher als das am andern Ende befindliche genannt ist. Es hängt folglich die Richtung hier bloß von den beyden Endgliedern der Kette ab, und das Mittelglied hat darauf gar keinen Einfluß.

Ketten, die aus Metallen und feuchten Körpern zusammengesetzt sind, verhalten sich, wenn nur zwey oder drey heterogene Metalle in unmittelbarer Berührung stehen, wie die Metalle allein, ohne den übrigen Theil der Kette.

Ketten aus drey Körpern der ersten und einem der zweyten Klasse mit homogenen metallischen Armaturen: Man lege eine Zinkplatte in ein Gefäß mit Wasser, und berühre die Zunge mit dem Ende eines Zinnstabes, dessen andres Ende mit der Zinkplatte verbunden wird. Nimmt man nun einen andern Zinnstab, der den erstern völlig gleich ist, in die eine Hand und taucht sein andres Ende ins Wasser, so wird man nie einen Geschmack wahrnehmen, weil das Fluidum in diesem Falle seine Richtung aus dem

Wasser durch die Finger und den übrigen Körper des Beobachters nach der Zunge zu nimmt und sich daselbst anhäuft. Taucht man hingegen das Ende des Stabes tiefer ein, so daß es den Zink auf den Boden des Gefäßes berührt, so wird augenblicklich die Empfindung auf der Zunge eintreten, weil nunmehr beyde Enden des excitirenden Theils der Kette sich völlig gleich (symmetrisch) sind, und mithin das vorher an dem einen Ende angehäufte Fluidum sich wieder ins Gleichgewicht setzen und bey seinem Zurücktreten die Zunge afficiren muß [5]). Wird die Zinnstange von dem Zink entfernt, ohne sie ganz aus dem Wasser herauszuziehen, so tritt der erstere Fall wieder ein, das Fluidum strömt durch die Finger nach der Zunge hin, und häuft sich daselbst an, ohne einen Geschmack hervorzubringen. Nimmt man aber das Zinn ganz aus dem Wasser heraus, so hört die Ursache der Anhäufung auf, das Fluidum tritt wieder zurück und es entsteht abermals eine Empfindung auf der Zunge.

Es ist folglich, fährt Lehot fort, in Rücksicht auf die Bewegung des galvanischen Stroms völlig

5) Wenn man, statt die Zinnstange an den Zink zu bringen, beyde Zinnstangen durch einen metallischen Leiter verbindet, so wird ebenfalls ein Geschmack verspürt, weil auch in diesem Falle eine symmetrische Kette gebildet und das Gleichgewicht wieder hergestellt wird. A. d. Vf.

einerley, ob man die Kette symmetrisch macht, oder sie durch einen isolirenden Körper unterbricht. Es bedarf nach den vorausgeschickten Erläuterungeu keiner Erwähnung, daß, wenn die in der Hand befindliche Zinnstange gleich anfangs mit den Zink in Berührung gebracht und dafür mit der Zungenbelegung die Kette geschlossen oder geöffnet wird, der Strom eine entgegengesetzte Richtung annehmen und der Geschmack unter den entgegengesetzten Umständen eintreten muß. Er wird folglich, wenn man die Zungenbelegung ins Wasser taucht, bemerkt werden; wenn man mit derselben den auf dem Boden des Gefäßes liegenden Zink berührt, verschwinden; wenn man den Zinnstab der Zunge vom Zink entfernt, abermals eintreten, und aufs neue verschwinden, wenn man sie ganz aus dem Wasser herausnimmt.

Auch die Stelle, wo man auf der Zunge den Geschmack wahrnimmt, ist in den vier angegebnen Fällen verschieden, und giebt einen neuen Beweis für die Richtigkeit der aufgestellten Hypothese ab. Sind beyde Zinnstäbe an ihrem einen Ende in Berührung mit der Zunge, so wird 1. wenn von den beyden andern Enden das eine in Berührung mit dem Zink bleibt, das andre aber an die Oberfläche des Wassers gebracht wird, der Geschmack an dem Zungenende des letztern verspürt werden. 2. Taucht man das s-

bewegte Ende tiefer ein, bis es auf die Zinkplatte stößt, so äußert sich der Geschmack an dem Zungenende des andern unbewegt gebliebnen Stabes. 3. Entfernt man den einen der beyden Stäbe wiederum vom Zink, ohne ihm aus dem Wasser herauszunehmen, so erfolgt die Empfindung an dem Zungenende des bewegten; hingegen 4. am Zungenende des in seiner Lage gebliebenen, wenn man das Ende ganz aus dem Wasser herauszieht [6]).

Aus den im vorhergehenden aufgestellten Gesezzen läßt sich leicht einsehen, daß von allen hier angegebnen Erscheinungen das Gegentheil erfolgen muß, wenn man die beyden Zungenbelegungen aus verschiedenartigen Metallen bestehen läßt, von denen dasjenige, dessen Lage man beschriebnermaßen verändert, dem andern, dessen Lage unverändert bleibt, in dem obigen Verzeichniß nachsteht. Es wird nämlich im ersten und dritten Falle die Empfindung am Zungenende des unverrückt gebliebnen, im zweyten und vierten aber am Ende des bewegten Stabes bemerkt werden.

6) Die Fälle 1 und 3 sind, wenn die andre Belegung in der Hand gehalten wird, negativ, (s. oben S. 36.) werden aber hier, wo beyde Belegungen die Zunge berühren, positiv, weil dort der Strom erst durch die Finger und den übrigen Körper gehen muß, hier aber unmittelbar aus dem Metall in die Zunge dringt.

Man verschaffe sich zwey einander vollkommen gleiche Zinnplatten, an deren einem Ende eine kleine Aushölung befindlich ist. Diese Vertiefungen fülle man mit Wasser und lege einen präparirten Froschschenkel so, daß der Nerve auf die eine und der Muskel auf die andre Platte zu liegen kommt. Setzt man nun einen Conduktor von Zink auf den Boden der Vertiefung in der Nervenarmatur und taucht den andern Schenkel desselben in das Wasser, welches die Höhlung der Muskelarmatur ausfüllt, so wird man, bey schon verminderter Erregbarkeit, keine Zusammenziehungen wahrnehmen. Senkt man die Spitze des Conduktors etwas tiefer, so daß sie den Boden der in der Muskelarmatur befindlichen Höhlung berührt, so erscheinen die Bewegungen, verschwinden wiederum, wenn man den Schenkel etwas vom Boden der Vertiefung entfernt, und treten abermals ein, wenn man ihn ganz aus dem Wasser herauszieht. Lehot hat diese Versuche sehr oft mit glücklichem Erfolge wiederholt, bemerkt aber zugleich, daß bey einem höhern Grade der Erregbarkeit alle vier Fälle positiv sind, und daß in dem letzten der Erfolg allemal schwächer als bey den übrigen, und zuweilen gar nicht wahrzunehmen ist. Uebrigens ist der Erfolg derselbe, wenn man statt des Conduktors von Zink irgend ein andres Metall zur Vereinigung der beyden Zinnarmaturen wählt.

In umgekehrter Ordnung erfolgen die Erscheinungen, wenn man den Schenkel des Bogens von Zink auf der Muskelarmatur festhält und mit dem andern in der Vertiefung der Nervenarmatur die Kette schließt und öffnet. Es erfolgen daher Zusammenziehungen beym Eintauchen dieses Endes ins Wasser und meistens auch, doch nicht immer, bey der Entfernung vom Boden, bey Berührung des Bodens aber bleibt alles in Ruhe.

Auf die hier angegebne Weise erfolgen die Erscheinungen jedesmal, so oft homogene Armaturen durch ein wirksameres Metall vereinigt werden, haben aber die Armaturen mehr Capacität, als der verbindete Conduktor, so tritt von allen das Entgegengesetzte ein.

Die hier aufgestellten neuen Versuche lehren, wie man zwey Metalle, ohne sie zu sehen oder unmittelbar zu berühren, unterscheiden kann. Wenn man weiß, daß bey einer Kette aus bestimmten Metallen der Strom nach einer bestimmten Richtung hingehen muß, wenn die Kette durch das eine, und nach der entgegengesetzten, wenn sie durch ein andres Metall geschlossen wird, so hält es nicht schwer anzugeben, welches von beyden in einem bestimmten Falle angewendet worden ist. Auf diese Weise konnte Lehot zum öftern in einer Entfernung von etlichen Metres Zink vom Silber mit Hülfe leitender Dräthe unterscheiden.

Das Ende der Abhandlung enthält noch einiges über die Mittel bey jeder der im vorhergehenden untersuchten Ketten die Wirkung zu erhöhen. Wenn man mehrere einander gleiche Ketten aus zwey Metallen durch feuchte Stoffe dergestalt verbindet, daß das galvanische Fluidum in allen einerley Richtung annehmen muß, so wird jede einzelne Kette, unabhängig von der andern, eben so viel Fluidum in Umlauf bringen, als sie außer der Verbindung gethan haben würde. Folglich wird die Totalvereinigung aller Ketten eine um so größere Wirkung hervorbringen, je größer die Anzahl der einzelnen Ketten ist.

In einer solchen Kette, wo jedesmal zwey heterogene Metalle mit feuchten Körpern abwechseln, wird der galvanische Strom jedesmal von der Seite desjenigen ausgehen, welches dem andern in der obigen Reihe voransteht. Bey drey Metallen ist das mittelste völlig gleichgültig und die Richtung wird bloß durch die beyden Endglieder bestimmt.

Man construire eine Kette in folgender Ordnung: Zink, Kupfer, feuchter Körper; Zink, Reisbley, feuchter Körper; Zink, Bley, feuchter Körper; Bley, Reisbley, feuchter Körper, und führe von beyden Enden derselben einen Messingdrath in ein Gefäß mit Wasser, das mit etwas Salpeter oder Schwefelsäure vermischt

ist. Hat man auf diese Weise die Kette geschlossen, so wird nach und nach das Ende des Drathes, der mit dem weniger wirksamen Metalle in Verbindung steht, mit einem Ueberzuge von reinem Kupfer bedeckt, während das andre Ende sich auflöst. Daß der Ueberzug am erstern Ende bloß ein Niederschlag von dem ist, was sich am andern auflöst, davon kann man sich überzeugen, wenn man statt des erstern einen Platinadrath nimmt, der sich ebenfalls mit einer Kupferrinde bedecken wird. Wählt man statt der Säuren andre Flüssigkeiten, so zeigen auch hier alle chemischen Erscheinungen, daß in diesem Apparat, so wie in dem Volta'schen, die Richtung des Stromes nach eben den Gesetzen erfolgt, als es die Bedingungen unter denen Empfindungen des Geschmacks und Muskelbewegungen erfolgen, für die einfache Kette beweisen.

Es würde, schließt Lehot, nachdem wir die Gesetze für die Bewegung des galvanischen Stroms aufgestellt haben, noch übrig seyn, die Natur desselben zu untersuchen und sie mit der Elektricität zu vergleichen. Allein mehrere Physiker, und unter andern Volta, haben bereits die Identität beyder Flüssigkeiten erwiesen und gezeigt, daß sich in einer Kette aus Zink, Kupfer, feuchter Körper ꝛc. am Zinkende positive und am Kupferende negative Elektricität darstellt.

Zehntes Kapitel.

Alexand. Volta's Abhandlung über die Verstärkung des Galvanismus durch Verbindung einer Anzahl heterogener Leiter.

§. 1.

Beschreibung des neuen electrischen Apparats von Volta, und Versuche mit demselben [1].

Man nehme eine beliebige Anzahl runder Scheiben aus Kupfer oder Silber, (wozu man sich verschiedner

1) Volta wurde am Ende des Jahres 1799, nicht durch Zufall, sondern durch eine Reihe wohlberechneter Versuche auf diese Entdeckung geleitet, und gab in einem aus Como den 20. März 1800 datirten Briefe dem Präsidenten der königl. Soc. zu London, Joseph Banks, die erste Nachricht davon, welcher den Brief seinem Freunde Ant. Carlisle, noch ehe derselbe in der Gesellschaft vorgelesen werden konnte, mittheilte. Carlisle ließ sich sogleich einen Apparat verfertigen, und fieng schon am 30. April 1800 Versuche mit demselben an. Die erste öffentliche Anzeige davon findet sich im Morning Chronicle vom 30. May d. J. welche D. Garnet einrücken ließ, nachdem er die Versuche in der Royal institution wiederholt hatte.

Kupfer-, Silber- oder auch Goldmünzen bedienen kann) und eine gleiche Anzahl eben so großer Platten aus Zinn, oder besser aus Zink. Man versorge sich überdieß mit eben so viel rundgeschnittnen Stücken aus Pappe, Leder, Tuch, oder jedem andern Stoffe, der die Feuchtigkeit lange anhält. Die letztern weiche man in Wasser, oder Kochsalzauflösung, oder einer alkalischen Lauge ein, und errichte sodann aus diesen drey verschiedenartigen Stoffen eine Säule in folgender Ordnung: Man lege zu unterst eine Silberscheibe, auf diese eine von Zink, und über diese eine von Pappe, dann wieder Silber, Zink, Pappe u. s. w. wobey man die Säule, wenn sie hoch werden soll, durch senkrechte Glasröhren vor dem Umstürzen sichern muß. Zwanzig solcher Schichten sind

Im Julistück des Nicholsonschen Journals sind, außer einer abermaligen kurzen Nachricht von Volta's Entdeckung, schon Nicholson's und Carlisle's Abhandlungen darüber eingerückt. Volta's Brief wurde in den Philosoph. Transact. for the Year 1800. Vol. 2. p. 403. abgedruckt, und findet sich übersetzt in Trommsdorff's allg. chem. Bibl. Bd. 1. S. 1. Desgleichen in Hr. D. Reinhold's Bearbeitung des gegenwärtigen Werks erste Abth. S. 121. — In Deutschland wurde Volta's Entdeckung gegen die Mitte des Septembers 1800 durch Gilbert's Annalen Bd. 6. S. 340 und Voigt's Magaz. Bd. 2. S. 215. bekannt. A. d. Ueb.

schon hinreichend die nunmehr zu beschreibenden Erscheinungen hervorzubringen. Es scheint nämlich diese Säule, so lange sie feucht ist, eine nie versiegende Quelle eines elektrischen Stroms zu seyn, der jeden, mit den beyden Enden der Säule in Berührung gebrachten Leiter durchdringt. Ist dieser Leiter ein thierischer Körper, und sind die Theile desselben, mit denen er die Enden der Säule berührt, benetzt, (welches letztere eine wesentliche Bedingung ist,) so empfindet derselbe bey jeder Berührung der Enden, sie mag wiederholt werden, so oft man will, einen wahren elektrischen Schlag, der nach Maaßgabe der Umstände bald mehr bald weniger stark ist. Berührt man die Säule so, daß nur ein Stück derselben von den berührenden Theilen eingeschlossen wird, so ist die Wirkung schwächer, und wird immer stärker, je weiter die Punkte, wo man sie berührt, von einander entfernt sind. Doch scheint diese Zunahme nicht im geraden Verhältniß mit jener Entfernung zu stehen, sondern sich zu verhalten, wie die Quadrate der Höhe, um welche die berührten Punkte von einander abstehen [2]).

2) Eine andre von Volta angegebne Vorrichtung ist diese: Man richtet die Säule wie gewöhnlich zwischen Glasstäben auf, und schließt sie alsdann, damit sie nicht in Unordnung kommt, in ein gleichfalls metallisches Etui ein, dessen beyde Stücken, da wo sie auf einander passen, mit einem isolirenden

Die Erschütterung, welche man bey diesen Versuchen wahrnimmt, gleicht der Wirkung einer schwachen Ladung in einer sehr großen elektrischen Batterie. Die Gewalt, mit der sie wirkt, ist so unbeträchtlich, daß sie nicht einmal durch die trockne Haut zu dringen vermag, sondern man muß, wenn dieses geschehen soll, einen Theil der Hand benetzen und mit einem in jeder Hand gehaltnen Stücke Metall die Enden der Säule, oder die mit demselben verbundnen Leiter berühren. Auch kann man die letztern in zwey Gefäße mit Wasser führen und in diese die Finger tauchen. Zwanzig Lagen geben bey gehöriger Achtsamkeit auf alle Umstände eine Erschütterung, die man im Vorderarm fühlt, und bey hundert Schichten erstreckt er sich bis in die Schultern. So lange die Berührung dauert, wirkt auch der elektrische Strom continuirlich

Stoffe versehen sind. Man braucht bey dieser Vorrichtung bloß die eine Hälfte des Etui's mit der nassen Hand zu fassen und mit der andern die andre Hälfte zu berühren. Baut man zwey Säulen in umgekehrter Ordnung, so daß in der einen Zink, feuchter Leiter, Silber, in der andern Silber, feuchter Leiter, Zink, auf einander folgen, und schließt jede in ein besondres Etui ein, so empfindet man die Erschütterung, wenn man in jede Hand den untern Theil eines Etui's faßt und die beyden obern Enden in Berührung bringt. — Aus einem Briefe von Volta an Dolomieu. Bulletin de la soc. philomat. No. 55. p. 48. Sne.

auf das thierische System, und wenn zufällig an den Theilen, mit denen man die Säulen berührt, nur die geringste Verletzung oder Excoriation befindlich ist, so ist das Gefühl so schmerzhaft, daß man es kaum aushalten kann.

Mit Hülfe des Condensators bewies Volta nicht nur die elektrische Natur dieser Erscheinungen, sondern bestimmte auch die Art der Elektricität, und brachte Funken hervor. Das letztere gelang auch ohne Condensator an einer Säule von 57 Lagen Silber und Zink. Er bemerkt hiebey, daß bey excoriirten Stellen der Schmerz auf der negativen Seite des Apparats, wo der Strom aus der verwundeten Stelle herausdringt, stechender ist, und eben dieses ist auch der Fall beym gewöhnlichen elektrischen Funken.

Ueber diese Erscheinungen stellt Volta folgende Theorie auf: Alle Leiter oder unelektrische Körper, die in Rücksicht auf den Grad ihrer Leitungsfähigkeit verschieden sind, haben die Eigenschaft eine elektrische Strömung zu erregen, wenn sie in Berührung gebracht werden. Bey den Metallen braucht diese Berührung nur in einem einzigen Punkte zu geschehen, bey den feuchten Körpern aber muß die Berührungsfläche größer seyn. Eine große Anzahl von Versuchen lehrte ihn, daß die Wirkung dieselbe bleibt, wenn man zwischen Zink und Silber verschiedne andre

Metalle einschiebt, anstatt sie einander unmittelbar berühren zu lassen, und daß bloß der feuchte Leiter mit beyden Metallen unmittelbar verbunden seyn muß. Besteht die eine Hälfte der Scheiben aus Silber, so ist zur Befeuchtung der Zwischenlagen Salzwasser, bey Zinnplatten aber alkalische Lauge vorzuziehen. Die Wirkung des Apparats wird verstärkt, wenn man ihn erwärmt.

Es ist auffallend, daß der galvanische Blitz, den man durch die Säule hervorbringt, nicht stärker ist, als ihn ein einzelnes Paar Scheiben bewirkt. Dagegen aber erregt ihn die Säule unter mannigfaltigern Umständen, z. B. wenn man die Hand mit dem einen, und irgend einen beliebigen Theil des Gesichts oder selbst die Brust mit dem andern Ende der Säule in leitende Verbindung bringt. Vorzüglich stark ist die Wirkung, wenn das leitende Metall zwischen die Zähne genommen wird, so daß es zugleich auf der Zunge ruht; man bemerkt nämlich dabey eine convulsivische Erschütterung in den Lippen und auf der Zunge, einen Blitz vor den Augen und einen Geschmack im Munde. Volta brachte ferner in beyde Ohren eine metallische Sonde, diese aber in Berührung mit den Enden der Säule, und fühlte dabey einen Schlag durch den Kopf, auf welchen ein eigner Schall folgte, den er mit dem sprudelnden Geräusch beym Kochen vergleicht. Eine Wiederholung des

Versuchs hielt er nicht für rathsam. Auf den Sinn des Geruchs wirkte die Säule gar nicht, welches Volta dem Umstand zuschreibt, daß sich diese Art von Elektricität nicht wie die gewöhnliche durch die Luft verbreitet.

Da der Apparat unwirksam wird, wenn die Zwischenlagen trocknen, so suchte Volta diesem Umstand dadurch zuvorzukommen, daß er die ganze Säule mit Wachs oder Pech umgab. Es gelang ihm auf diese Weise zwey Säulen von zwanzig Lagen zu errichten, die ihm zu der Zeit, als er den Brief schrieb, schon einige Wochen Dienste geleistet hatten, und, wie er hoffte, ihre Wirksamkeit noch mehrere Monate behalten sollten.

Für noch instruktiver hält Volta folgende Vorrichtung: Man stellt eine Anzahl Gläser oder Tassen, die jedoch nicht von Metall seyn dürfen, in eine Reihe und füllt sie mit warmen Wasser oder Kochsalzauflösung. In jede Tasse bringt man eine Zink- und eine Silberplatte, die sich unter einander nicht berühren dürfen, sondern mit den Metallen in den zunächst stehenden Tassen durch beliebige metallische Leiter dergestalt in Verbindung gesetzt werden, daß ein solcher Leiter den Zink in der ersten und das Silber in der zweyten Tasse berührt, und daß vom Zink der zweyten Tasse eine andre metallische Leitung zum Silber der dritten geführt wird u. s. w. Taucht

man nun die eine Hand in die erste und die andre in die letzte Tasse der ganzen Reihe, so fühlt man eine Erschütterung. Die Metallscheiben, welche in der Flüssigkeit liegen, müssen wenigstens einen Quadratzoll Oberfläche haben, bey den verbindenden Leitern hingegen ist die Größe der Oberfläche gleichgültig. Volta nennt diese Vorrichtung den Becherapparat (couronne de tasses). — — Am Ende des Aufsatzes folgen noch einige Bemerkungen über die Aehnlichkeit der Säule mit dem Organ des Krampfrochen.

§. 2.

Volta's Brief an J. C. Delametherie über die galvanischen Erscheinungen [3].

(Dieser Brief ist gleichsam der Vorläufer einer weitläuftigern, späterhin im Nationalinstitut vorgelesenen Abhandlung, und soll beweisen, daß galvanische und elektrische Erscheinungen nur in so fern verschieden sind, daß bey jenen die Elektricität durch bloße Berührung heterogener Leiter erregt wird.)

Durch feine aber doch einfache Experimente, die ich für die Fundamentalversuche meiner Theorie halte, sagt Volta, habe ich gezeigt, daß sich bey bloßer Berührung verschiedenartiger Metalle, ohne

3) Journal de phys. Tom. LIII. p. 309. Der Brief ist datirt, Paris am 13. Vendemiaire 10.

Dazwischenkunft einer feuchten Substanz unzweydeutige Spuren von Elektricität äußern [4]). Um diese Elektricität, welche an sich so schwach ist, daß sie ohne künstliche Handgriffe ganz unwahrnehmbar bleibt, in ihren Wirkungen darzustellen, bediene ich mich meiner Strohalmen-Elektrometer in Verbindung mit meinem Condensator, der am besten aus zwey sehr ebnen, genau auf einander passenden und mit einem dünnen Ueberzug von Siegellack, oder besser mit einem guten Lackfirniß versehenen Metallscheiben besteht.

Die erste Art, diese Versuche anzustellen, war folgende: Ich nahm zwey Metallscheiben, die eine von Zink und die andere von Kupfer, welche beyde mit einem gläsernen, mit Siegellack überzogenen Handgriff versehen waren, und brachte ihre ebnen Flächen einen Augenblick lang in Berührung. Hierauf entfernte ich sie vorsichtig und näherte sie dem Elektrometer, welches bey beyden Metallen durch eine Divergenz von einer Linie freye Elektricität anzeigte, die, wie sich durch Prüfung an einer Siegellackstange auswies, beym Zink positiver und beym Kupfer negativer Art war.

Es ist hiebey zu bemerken, daß die beyden Platten bey diesem Versuche nicht bloß den elektrischen

4) S. hierüb. Hr. D. Reinholds Bearb. dieser Schrift 1. Abth. S. 64.

Strom in Bewegung setzen, (elektromotorisch sind,) sondern zugleich auch die Stelle eines Condensators vertreten, weil sie einander auf einer großen Fläche berühren, und so den entgegengesetzten Elektricitäten Gelegenheit geben, sich gegenseitig zurückzutreiben. Aus diesem Grunde erreicht die positive Elektricität des Zinks und die negative des Kupfers, die außerdem beyde nur $\frac{1}{60}$ Grad anzeigen würden, und so lange die Platten in Berührung sind auch wirklich nicht mehr betragen, bey Entfernung derselben eine Stärke von einem, zwey und mehr Graden.

Allein auch diese Stärke ist noch immer sehr gering, und für gewisse Personen, die nur immer gern die Wirkungen im großen sehen, nicht hinreichend. Ich bediene mich deshalb gemeiniglich eines zweyten Condensators, den ich an dem Elektrometer selbst anbringe, und verfahre dabey folgendergestalt: Ich lege die beyden Platten von Zink und Kupfer mehrmals zusammen und entferne sie wieder, und berühre bey jeder Entfernung mit der einen Platte den obern und mit der andern den untern Deckel des Condensators, der mit dem Elektrometer in Verbindung steht. Nach 10, 12 bis 16 Berührungen entferne ich den obern Deckel vom untern, und nun steigt das Elektrometer um 10, 12, 15, 20 Grade u. s. w.

Es könnte scheinen, daß die große Berührungsfläche zwischen den beyden Platten an und für sich,

unabhängig von ihrer condensirenden Wirkung, schon hinreichend seyn müsse die Elektricität bis zu dem gedachten Grade zu verstärken, und man hätte sonach Grund zu vermuthen, daß dieser Grad weit geringer seyn würde, wenn sich die Platten nur in einzelnen Punkten berührten. Allein meine Beobachtungen zeigen das Gegentheil. In beyden Fällen nämlich erreicht die elektrische Spannung während der Berührung den nämlichen Punkt, d. i. bey Zink und Kupfer ohngefähr $\frac{1}{80}$ Grad meines Elektrometers und bey Zink und Silber etwas weniges mehr. Da nun bey dem obgedachten Verfahren des Elektrometers auch hier 1, $1\frac{1}{2}$, 2 Grade zeigt, so mußte die Elektricität in der Platte, welche hier die Stelle des Condensotors vertritt, 60, 100, 150 bis 200 mal verstärkt worden seyn.

Daß die Berührung zwey verschiedner Metalle an wenigen Punkten eine Vertheilung der Elektricität bewirken, und derselben den erwähnten Grad der Spannung geben könne, wird durch folgenden Versuch noch mehr bewiesen: Eine Zink und eine Kupferplatte, die beyde an Figur und Größe verschieden seyn können, werden an mehr oder weniger Punkten in Berührung gebracht, oder auch mit den Rändern zusammengelöthet. Hierauf faßt man die Zinnplatte mit den Fingern und berührt mit der Kupferplatte die obere Scheibe des Condensators, während seine

untere mit dem Fußboden in leitender Verbindung steht. Einen Augenblick nachher entfernt man die obere Scheibe mittelst ihres isolirenden Handgriffs, und nähert sie dem Elektrometer, welches nun 2 bis 3 Grade negativer Elektricität zeigt, je nachdem die Scheibe 120 bis 180 mal condensirte. Man sieht hieraus, daß die elektrische Spannung der Kupferplatte ohngefähr $\frac{1}{60}$ Grad betragen haben mußte, und folglich der Spannung, welche bey völliger wechselseitiger Berührung der Oberflächen in den vorhergedachten Versuchen statt findet, ohngefähr gleich ist.

Kehrt man den Versuch um, und berührt den Condensator mit der Zinkplatte, so zeigt das Elektrometer ebenfalls 2 bis 3 Grad, allein die Elektricität verhält sich positiv. Ist aber die Scheibe des Condensators von Kupfer und die Zinkplatte berührt dieselbe unmittelbar, so bemerkt man gar keine Wirkung, weil alsdann der Zink auf beyden Seiten Kupfer berührt, und sich folglich gleiche Kräfte entgegenstehen, die sich aufheben, oder einander das Gleichgewicht halten. Die Verbindung zwischen der Zinkplatte und dem Condensator muß folglich in diesem Falle durch einen Zwischenleiter von der zweyten Klasse, z. B. nasse Pappe oder Tuch geschehen.

Uebrigens wird die Thätigkeit, welche das elektrische Fluidum in Bewegung setzt, nicht, wie man

fälschlich vermuthet hat, bey Berührung der feuchten Substanz und des Metalls, sondern, allen meinen Versuchen zufolge, bey wechselseitiger Berührung der beyden Metalle erregt, wenigstens ist die erstere so unbedeutend, daß sie gegen diese in keine Betrachtung zu ziehen ist. Folglich ist das eigentliche Element meiner elektromotorischen Apparate, sie mögen nun als Säule oder als Becherapparat, oder auf jede andre Weise nach den nämlichen Grundsätzen errichtet seyn, nicht die feuchte Substanz in Berührung mit einer metallischen, oder als Zwischenlage zwischen zwey Metallen; sondern die beyden heterogenen metallischen Platten und deren Berührung, und die feuchten Zwischenlagen, dienen bloß dazu, die in einer Ordnung, welche die Bewegung des elektrischen Fluidums nach einer Richtung hin bedingt, gelegnen Plattenpaare dergestalt zu verbinden, daß keine Bewegung in entgegengesetzter Richtung möglich ist.

Nachdem ich mich gehörig überzeugt hatte, welchen Grad der Elektricität ein einzelnes Plattenpaar mit Hülfe des Condensators zu geben im Stande ist, so verband ich deren 2, 3, 4 u. s. w. dergestalt, daß sie alle nach einerley Richtung geordnet, und jedes Paar durch einen feuchten Körper von dem andern abgesondert wurde, welches letztere deshalb nothwendig ist, um die Entstehung eines Stroms in

entgegengesetzter Richtung zu verhindern. Die Wirkung war hiebey das Doppelte, Drey- oder Vierfache, so, daß wenn ein einzelnes Plattenpaar den Condensator bis auf 3 Grad elektrisirte, deren zwey ihn auf sechs, drey auf neun, vier auf zwölf Grad u. s. w. brachten.

Dieß wäre denn schon eine kleine Säule, die aber für sich allein ohne Beyhülfe des Condensators das Elektrometer noch nicht merklich afficirt. Soll die elektrische Tension so stark werden, daß sie einen ganzen Grad am Elektrometer zeigt, wobey die Strohhalme desselben doch immer nur eine halbe Linie weit auseinander weichen, so muß die Säule, vorausgesetzt daß jedes einzelne Paar $\frac{1}{60}$ Grad giebt, ohngefähr 60 Lagen stark seyn. Eine solche Säule giebt auch schon Erschütterungen, wenn man sie bey den Enden mit den nassen Fingern, oder besser noch mit Metallstäben, deren breite Fläche man fest in den befeuchteten Händen hält, berührt, weil im letztern Falle die Leitung vollkommner ist.

Auf die letzbeschriebne Art lassen sich schon bey Säulen oder Becherapparaten von 20 bis 30 Paaren Erschütterungen bemerken, wenn nur die Platten völlig rein und die feuchten Zwischenlagen nicht mit bloßem reinen Wasser, sonderu mit gesättigten Salzauflösungen getränkt sind. Diese salzigen Flüssigkeiten vermehren zwar nicht eigentlich die Stärke der

Elektricität, allein sie erleichtern und befördern ihren Durchgang, weil sie, mehrern Versuchen zufolge, weit bessere Leiter sind, als Wasser.

Um die eben vorgetragene Behauptung, daß bey Befeuchtung der Zwischenlagen mit Wasser oder Salzauflösung, ohngeachtet der verschiednen Stärke der Erschütterungen, dennoch die Stärke der Elektricität selbst völlig oder doch beynahe dieselbe sey, recht augenscheinlich zu beweisen, machte ich öfters folgenden Versuch: Ich nehme dreyßig Tassen oder Trinkgläser und ordne sie zu einem sogenannten Becherapparat, (couronne de tasses) indem ich in alle reines Wasser gieße, und das erste mit dem zweyten, das zweyte mit dem dritten u. s. w. durch metallische Bogen, an deren einem Ende eine Zink- und am andern eine Kupferplatte angelöthet ist, dergestalt verbinde, daß bey allen Bogen das Kupfer nach dem einen und der Zink nach dem andern Ende der Reihe gerichtet ist. Hierauf prüfe ich die Stärke der Elektricität, indem ich die erste Tasse mit dem Fußboden und die letzte mit dem Condensator in leitende Verbindung bringe, sodann aber die letztere Verbindung wieder aufhebe, und die Scheiben des Condensators mit der gehörigen Vorsicht von einander entferne. Das Elektrometer zeigt unter diesen Umständen 40 bis 60 Grad, auch wohl mehr, je nachdem die condensirende Eigenschaft des Instruments verschieden ist. Die

Erschütterung ist, bey der vortheilhaftesten Art die Enden des Apparats zu vereinigen, nur unbedeutend. Nach allen diesen Prüfungen werfe ich in jedes Glas ein paar Finger voll Salz, und finde daß dadurch zwar die Erschütterungen um vieles an Stärke gewonnen haben, daß aber das Elektrometer mit Hülfe des Condensators nach wie vor nur 40 bis 60 Grad zeigt.

Sie selbst, und noch mehr Hr. Pictet erstaunten, als ich Ihnen sagte, daß ich mit Hülfe meines Apparats im Stande sey, eine Leidner Flasche, so groß sie immer seyn mag, und selbst große elektrische Batterien in einem Augenblick, oder, genauer genommen, in dem 20sten Theil einer Secunde, fast auf denselben Grad zu laden, den der Apparat selbst zeigt, das heißt bey 60 Lagen bis auf einen, bey 120 bis auf zwey Grad, und daß ich sodann durch den Condensator aus kleinen Flaschen einige, aus größern sehr viele, und aus dem Apparat selbst fast unzählige Funken erhalten könne.

Ich sagte Ihnen ferner, daß große, auf diese Art geladne Flaschen, mittelmäßige, und Batterien sehr starke Schläge gaben, die bis in den Ellenbogen und weiter hinauf gefühlt wurden. Eine Batterie von 10 Quadratfuß Belegung, die durch einen Apparat von 200 Plattenpaaren in $\frac{1}{20}$ Secunde geladen wurde, gab sehr heftige und fast unerträgliche

Erschütterungen. Mit größern Batterien habe ich noch keine Versuche angestellt; allein es ist sehr wahrscheinlich, daß die Stärke der Schläge mit der Größe der Batterien, bis zu einer gewissen Gränze, die ich nicht bestimmen kann, immer in gleichem Verhältniß zunimmt. Es wird folglich möglich seyn Batterien von 40, 60 bis 100 Quadratfuß Belegung durch die augenblickliche Berührung mit Säulen von 60, ja bloß von 40, 30 und weniger Plattenpaaren dergestalt zu laden, daß sie äußerst heftige Wirkungen hervorbringen.

Man muß, wenn diese Versuche gelingen sollen, vor allen Dingen darauf sehen, daß die leitende Verbindung zwischen der Säule und der Belegung der Flaschen, so wie zwischen den Flaschen selbst, nirgends auch nur im allergeringsten unterbrochen werde, und diese Sorgfalt ist um so nothwendiger, je geringer die Anzahl der Plattenpaare ist, weil dann der elektrische Strom auch nicht das mindeste Hinderniß, das er in seinem Laufe anträfe, überwinden würde,

Das Laden der Flaschen und Batterien durch den Apparat, beweist mit großer Evidenz, was bereits frühere Versuche vermuthen ließen, daß die Säule in jedem einzelnen Augenblick eine größere Quantität des elektrischen Fluidum in Bewegung setzt, als die gewöhnlichen Elektrisirmaschinen. Zwar läßt sich

die Elektricität durch die Säule und ähnliche Vorrichtungen gar nicht, oder doch nur mittelst des Condensators dergestalt in isolirenden Körpern anhäufen, daß sie einen so hohen Grad der Spannung erhält, wie man ihr durch Elektrisirmaschinen zu geben vermag. Dafür aber giebt der Apparat einen ununterbrochnen Strom von Elektricität, der durch eine immer fortdauernde Thätigkeit in einer Kette nicht isolirter Leiter Leiter unterhalten wird. In dieser Rücksicht kann man behaupten, daß eine meiner Säulen von 60 oder auch nur von 30 Lagen unter den erfoderlichen Bedingungen, in jedem Augenblick, oder bestimmter, in jedem gegebnen Theil der Zeit, mehr Elektricität in Umlauf setzt, als die besten und wirksamsten Cylinder- oder Scheibenmaschinen. Denn welche Maschine würde wohl in weniger als einer Achtelsecunde eine große Batterie bis auf einen, oder auch nur bis auf einen halben Grad laden, und ihr so viel Elektricität mittheilen, daß man mit Hülfe des Condensators ununterbrochen eine große Menge Funken daraus ziehen könnte, wie dieses durch die beschriebnen Apparate bewirkt wird?

Die übrigen Versuche, die Sie zum Theil selbst gesehen haben, beziehen sich auf die elektroscopischen Erscheinungen der Säule, je nachdem man das eine oder das andre Ende derselben, oder beyde, oder gar keines mit dem Fußboden, oder beyde unter sich und

mit dem Fußboden zugleich, in leitende Verbindung setzt, und nachdem diese Verbindung durch vollkommne oder bald mehr bald weniger unvollkommne Leiter geschieht. Alle diese Umstände ändern die Resultate auf eine oft sonderbare und höchst auffallende Weise, Indessen hoffe ich sie insgesammt nach meinen Grundsätzen und nach haltbaren elektrischen Theorien hinreichend erklären zu können, und dabey bloß auf das besondre Verhalten unvollkommner, oder schlechter Leiter Rücksicht nehmen zu müssen. Eine umständliche Auseinandersetzung der einzelnen Fälle würde theils zu weit führen, theils glaube ich auch, daß das, was Sie gesehen haben und was gegenwärtige Darstellung enthält, fürs erste vollkommen hinreichend seyn wird."

Eilftes Kapitel.

Im Herbst 1801 erhielten Volta und sein College Brougnatelli von der Cisalpinischen Regierung die Erlaubniß nach Paris zu gehen, und daselbst mit den französischen Gelehrten über verschiedne wissenschaftliche Gegenstände, besonders über die Erscheinungen der Säule, gemeinschaftliche Untersuchungen anzustellen. Am 16. Brumaire fieng Volta an in der physikalischen und mathematischen Klasse des Nationalinstituts eine Abhandlung vorzulesen, welche die nähere Beschreibung und das Resultat seiner galvanischen Versuche enthält und die Identität des Galvanismus und der Elektricität mit der größten Evidenz darthut [1]). Nachdem Volta seine

1) Fel. Fontana und Fourcroy scheinen noch immer der entgegengesetzter Meinung zu seyn: Der erstere versprach (s. 1. Th. S. 99.) streng zu erweisen, daß das von Galvani entdeckte Princip mit der Elektricität nichts gemein habe, allein sein angekündigtes Werk ist noch nicht erschienen. — Der letztere äußert sich darüber im Moniteur vom 5ten

Vorlesung beendigt hatte, that der erste Consul, welcher der Sitzung beywohnte, den Vorschlag, zur Ehre des Erfinders und zum Andenken an die wichtige Entdeckung selbst eine goldne Denkmünze prägen zu lassen, und zweytens eine Commission zu ernennen, die alle auf den Galvanismus Bezug habende Versuche im Großen zu wiederholen beauftragt würde.

Die Vorlesung des gedachten Aufsatzes wurde am 18. d. M. fortgesetzt und am 21. beendigt, wobey

Messidor 9. woselbst er von einigen neuern, im Nat. Inst. am 21. Prairial gemachten Versuchen, vorzüglich über die Verbrennung des Eisens Nachricht giebt. „Die bisher angenommene Identität des Galvanismus und der Elektricität, scheint immer unwahrscheinlicher zu werden, je mehr man die Versuche vervielfältigt. Säulen aus großen Platten, welche das Eisen zum Verbrennen bringen, afficiren das empfindlichste Elektrometer fast gar nicht. Eben so wenig bemerkt man dieses, wenn man die oberste Zinkplatte an seidnen Schnuren, wie den Deckel des Elektrophors in die Höhe hebt und sie dem Sossure'schen Elektrometer nähert. Umgekehrt haben wir vergeblich versucht, die chemischen Erscheinungen des Galvanismus, die Auflösung metallischer Oxyde, das Niederschlagen aus ihren Auflösungen, die Zersetzung der Säuren u. s. w. durch die stärksten Elektrisirmaschinen zu bewirken. Indessen setzen wir, die Bürger Vauquelin, Thenard, Hachette und ich unsre Untersuchungen fort, ohne uns noch für die eine oder die andre Meinung zu bestimmen, und erwarten die Entscheidung einzig und allein von der Erfahrung.“ Suc.

Volta, zum Beweise für seine Meinungen, noch verschiedne Versuche hinzufügte. Die ernannte Commission gab in der Sitzung vom 11. Frimaire ihren Bericht ein, und erkannte zugleich, auf den Vorschlag des ersten Consuls gestützt, dem Prof. Volta die goldne Medaille zu, welches sogleich einmüthig beschlossen wurde [2]). Wir liefern hier einen Auszug aus dieser wichtigen Abhandlung, welche zuerst nach einer von Volta selbst durchgesehenen Abschrift in den Annales de Chim. du 30. Frimaire 10. abgedruckt wurde.

§. 1.

Auszug aus Volta's Abhandlung über die sogenannte galvanische Electricität.

Der Verf. bezieht sich, was die Gründe für die Identität des Galvanismus und der Elektricität betrifft, auf einen frühern Aufsatz [3]), und bemerkt dabey mit Recht, daß die verschiednen Benennungen galvanische Elektricität, galvanisches Agens, galvanisches Fluidum u. s. w. völlig gleichgültig sind, sobald man über die Thatsachen einverstanden ist. Um

2) Diese Denkmünze ist von eben dem Gepräge und Größe als die silberne, welche die Mitglieder des Instituts erhalten, und führt die Inschrift: A VOLTA, seance du 11. frimaire an. 10. Sue.

3) Wahrscheinlich ist hier der Brief an Delametherie (s. Th. II. S. 51. dieses Werks) gemeint.

ein solches Einverständniß zu bewirken, und allen unnützen und grundlosen Streitigkeiten zu begegnen, beantwortet er gleich anfangs verschiedene Einwürfe und Bedenklichkeiten, auf die er bisher noch keine Rücksicht genommen hatte, ob sie ihm gleich nicht entgangen waren. Man kann also, sagt Volta, diese Abhandlung als eine Fortsetzung der vorhergehenden, oder auch als den Anfang einer Reihe künftiger Abhandlungen betrachten, ob sie gleich an und für sich ein Ganzes ausmacht und eine vollständige Theorie und Darstellung enthält.

Das Ganze ist in 29 §§. oder Abschnitte eingetheilt, deren erster drey der wichtigsten Einwürfe enthält, die man bisher gegen die Identität des Galvanismus und der Elektricität gemacht hat. Es sind folgende:

1. Gewisse elektrische Erscheinungen fehlen beym Galvanismus gänzlich, andre sind höchst unbedeutend in Vergleichung mit den Erschütterungen, dem schmerzhaften Gefühl u. s. w. die man durch bloße Berührung heterogener Metalle, noch mehr aber durch die Vereinigung mehrerer Lagen derselben mit feuchten Leitern hervorbringen kann.
2. Gewisse Stoffe, welche vortreffliche Leiter für die Elektricität sind, unterbrechen oder vernichten die Action jener einfachen und zusammengesetzten Apparate, und verhalten sich als Nichtleiter für

den Galvanismus, z. B. verdünnte Luft, die Flamme u. s. w.

3. Es scheint widersprechend zu seyn, daß bey den Versuchen mit der Säule ein äußerst geringer Grad der Elektricität, der kaum das empfindlichste Elektrometer afficirt, im Stande seyn solle, eine Zersetzung des Wassers zu bewirken, die man durch weit stärkere Entladungen großer Batterien, wo die Bewegung des elektrischen Stroms viel schneller ist und eben so lange unterhalten wird, vergeblich hervorzubringen sucht.

Um diesen Einwürfen vollkommen zu begegnen, wird zuerst genau bestimmt, welchen Grad der Stärke die Elektricität bey Berührung zwey verschiedenartiger Metalle erhält, die hiebey nicht bloß als Leiter des elektrischen Fluidum zu betrachten sind, sondern es zugleich erregen und in Bewegung setzen. Zu dieser Bestimmung werden zwey Metalle gewählt, die sich am meisten entgegengesetzt und in Verbindung mit einander am wirksamsten sind, nämlich Silber und Zink. Eine Versetzung beyder Metalle mit andern, (z. B. mit Kupfer und Zinn) benimmt ihnen nicht nur nichts von ihrer Wirksamkeit, sondern vermehrt sie sogar innerhalb gewisser Gränzen. Werden nun beyde Metalle, wohlgereinigt und polirt, an einem oder mehrern Punkten in Berührung gebracht, so wird in ihnen das elektrische Gleichgewicht gestört und

eine Bewegung des elektrischen Fluidum, deren Richtung aus dem Silber nach dem Zink hingeht, veranlaßt. Auf diese Weise wird in dem Silber die Elektricität vermindert, im Zink aber angehäuft, und erhält sich in diesem Zustand von Verdünnung in dem einen und von Verdichtung in dem andern Metalle, wenn dieselben mit keinen andern Leitern in Verbindung stehen, aus denen das Silber die verlorne Elektricität wieder aufnehmen, und an die der Zink die seinige wieder abgeben könnte.

Es folgt nunmehr eine Beschreibung des von Volta erfundnen Strohhalmen-Elektrometers, welches bey Verbindung dieser Metalle $\frac{1}{60}$ Grad Elektricität anzeigt, die beym Zink positiver und beym Silber negativer Art ist.

Ferner giebt Volta eine Vergleichung zwischen seinem und dem Bennetschen Elektrometer, und beschreibt die Erfindung, die Einrichtung und den Gebrauch seines Condensators, wobey er erinnert, daß man es bey Anwendung desselben gewöhnlich an der nöthigen Sorgfalt und Aufmerksamkeit fehlen lasse[4].

4) Eine Beschreibung des Condensators findet sich in den Opuscoli scelti di Milano 1778, in den philosoph. transact. Vol. LXXII. P. I., in Roziers Journ. de phys. 1783 Mai u. ff. und in Gehlers phys. W. B. I. Th. S. 533. ff. — Den vollständigsten Aufschluß über die

Die nun folgenden Versuche (deren ausführliche Beschreibung theils ohne die dazu gehörigen Kupfer unverständlich bleiben, theils auch überflüßig seyn würde, weil sie insgesammt schon in Volta's Brief an Delametherie (s. S. 51. dieser Uebers.) enthalten sind) beweisen, daß das elektrische Fluidum keinesweges durch Verbindung des einen oder des andern Metalls mit einem feuchten Leiter, sondern einzig und allein durch den gegenseitigen Contakt der heterogenen Metalle selbst in Bewegung gesetzt wird, und daß die Impulsion hiezu an der Berührungsstelle geschieht.

Die Vermuthung, daß diese Impulsion vielleicht von derjenigen Fläche ausgehe, wo die Finger oder irgend ein andrer feuchter Leiter den Zink oder das Silber berührt, fällt ganz weg, wenn man den Versuch ohne Berührung mit den Fingern oder feuchten Leitern wiederholt, so daß bloß die isolirten Platten einander berühren. Zwar beweisen Volta's frühere Versuche, daß allerdings auch die unmittelbare Berührung eines Metalles mit einem feuchten Leiter eine solche Impulsion hervorbringt, allein sie ist, wenn die Befeuchtung bloß mit reinem oder

Theorie des Condensators giebt Kühn's Geschichte der neuesten Entdeckungen in der phys. und med. Elektricität, 1 Th. Leipz. 1796.

Salzwasser geschieht, so schwach, daß sie in Vergleichung mit jener in gar keine Betrachtung kommt. Anders aber verhält es sich mit concentrirten Säuren, alkalischen Flüssigkeiten, Schwefelleber u. s. w. welche alle in Berührung mit verschiedenen Metallen den elektrischen Strom sehr merklich excitiren.

Um den Grad der elektrischen Spannung, die in einer Zink- und einer Silberplatte bey gegenseitiger Berührung entsteht, und sich, bey fortdauernder oder erneuerter Zuleitung, ebenfalls in ihnen erhält, oder erneuert, genau zu bestimmen, muß man sich vorher durch andre Versuche überzeugen, wie stark der Condensator, dessen man sich bedient, die Elektricität anhäuft. Dieß geschieht unter andern, indem man demselben Elektricität aus einer bis auf einen bekannten Grad geladenen Flasche mittheilt, und nun am Elektrometer beobachtet, um wie vielmal höher es durch den Condensator, als durch jenen bekannten Grad getrieben wird. Ist nun die Stärke der Condensation bekannt, so lassen sich auch solche Grade, die wegen ihrer Kleinheit am Elektrometer unmittelbar gar nicht wahrgenommen werden können, aus der Divergenz des Elektrometers bey Berührung mit dem Condensator, durch Rechnung leicht bestimmen.

Mittelst dieses Verfahrens, welches auf vielfache Weise abgeändert wurde, fand Volta, daß die elektrische Spannung bey wechselseitiger Berührung einer

Zink- uud einer Silberplatte ohngefähr $\frac{1}{60}$ Grad seines Strohhalmen-Elektrometers beträgt, und daß sie beym Zink positiver und beym Silber negativer Art ist. Andre Metalle, die in Rücksicht ihres Vermögens das elektrische Fluidum in Bewegung zu setzen einander weniger entgegengesetzt sind, bewirken bey wechselseitiger Berührung eine in gleichem Verhältniß geringere Spannung. In folgender Reihe: Silber, Kupfer, Eisen, Zinn, Bley, Zink hat jedesmal das zuerst genannte Metall die Eigenschaft, aus den später genannten die Elektricität zu verdrängen und zwar um so stärker, je weiter sie beyde in jener Reihe von einander abstehen. Volta hat diese Skale noch um vieles erweitert, und mehrere hier nicht genannte Metalle und Halbmetalle, auch Kiese und Kohlen ꝛc. mit aufgeführt, wobey er bemerkt, daß es Körper giebt, die in den Metallen überhaupt, vorzüglich aber in dem Zink, das elektrische Fluidum kräftiger zurückstoßen als selbst das Silber. Dahin gehört denn das Reisbley, mehrere Arten von Kohle und vorzüglich das crystallisirte Graubraunsteinerz, (Manganése noir crystallisé) welches in Verbindung mit Zink eine zweymal größere Spannung als Silber, nämlich von $\frac{1}{35}$ bis $\frac{1}{40}$ Grad hervorbringt.

Soll aber eine solche Vertheilung der Elektricität bemerkbar werden, so muß die Silberplatte mit

guten Leitern verbunden seyn, die ihr, statt der an den Zink abgegebnen Elektricität, immer neue zuführen, die Zinkplatte aber muß die ihr zugeführte Elektricität an den Condensator abgeben, damit sie sich in diesem zu einem höhern Grade anhäufen kann. Daher kann auch das Elektrometer mit Hülfe des Condensators, selbst wenn es durch die besten Leiter mit den verschiedenartigen Metallen verbunden ist, keine Elektricität anzeigen, wenn nicht das eine oder das andre von den Metallen selbst mit einem Leiter oder einen hinlänglich großen Recipienten zusammenhängt, aus dem es nach und nach wieder Elektricität aufnimmt, während das andre sie an den Condensator abgiebt, wo sie sich anhäufen oder verdichten kann [5].

Diese Versuche werden nun mehrmals aus den eben aufgestellten Grundsätzen erklärt, nämlich daß Silber seine Elektricität an den Zink abgiebt, wobey in jenem eine negative, in diesem eine positive Spannung von $\frac{1}{60}$ Grad entsteht. Diese Spannung ist gleichsam das höchste, was eine Berührung von

5) Volta hatte zwar schon früher bey Berührung verschiedenartiger isolirter Metalle unmittelbar am Elektrometer sensible Elektricität erhalten, allein nur in so fern jene Platten nicht bloß als Excitatoren, sondern zugleich auch als Condensatoren wirkten (s. oben S. 67. ff.) A. d. Ueb.

Silber und Zink zu leisten im Stande ist, und die Menge des elektrischen Fluidum, welche dabey concurrirt, ist um so größer, je vollkommner die Berührung der Metalle unter sich ist, und je mehr sie zu gleicher Zeit als Condensatoren wirken, oder je mehr ihre gegenseitigen Elektricitäten einander das Gleichgewicht halten. Sie erhält sich, so lange die Berührung dauert und so lange die Metalle nicht mit andern condensirenden Körpern, die das elektrische Fluidum aufzunehmen und fortzuleiten im Stande sind, verbunden werden.

Die Richtigkeit dieser Schlüsse bestätigte sich bis zur vollkommensten Evidenz durch die interessante Beobachtung, daß die Stärke der elektrischen Tension um das Doppelte, Drey- und Vierfache verstärkt wird, wenn man die Anzahl dtr Plattenpaare um eben so vielmal vermehrt, dergestalt, daß nunmehr der Condensator dem Elektrometer 4, 6 bis 8 Grade mittheilt, wenn es bey dem einfachen Plattenpaare nur zwey zeigte. Sehr bald, und durch den richtigsten Ideengang geleitet, gieng nun Volta zu noch mehrerer Vervielfältigung der Platten und endlich zur Construction der Säule selbst über: eine Entdekkung, die das Erstaunen der meisten Physiker erregte, aber für Volta selbst nicht überraschend war, da ihm der consequente Gang seiner Versuche einen solchen Erfolg hatte voraussehen lassen.

Die Vervielfältigung der Metalle würde indessen an und für sich allein noch nicht hinreichend seyn die Wirkung der Säule zu erhöhen, wenn nicht jedes Paar durch eine feuchte Zwischenlage von dem andern getrennt würde. Es würde nämlich, wenn Kupfer und Zink abwechselnd über einander geschichtet wären, jede Zinkplatte oben und unten mit Kupfer in Berührung seyn, und folglich von beyden Seiten gleiche Kräfte sich entgegenstehen. Diese Kräfte müßten sich völlig aufheben, wenn die oberste und die unterste Platte der Säule aus einem homogenen Metalle bestünde, wäre aber die unterste von Kupfer und die oberste von Zink, so würden die zwischen ihnen befindlichen, ihre Zahl möchte so groß seyn als sie immer wollte, sich unthätig verhalten, und die Wirkung des ganzen gleich seyn der Wirkung eines einzelnen Plattenpaares, d. h. $\frac{1}{60}$ Grad. Um eine stärkere Wirkung hervorzubringen, welche die Summe der Wirkungen der einzelnen Platten entspricht, müssen die Plattenpaare nicht unmittelbar, sondern durch einen dritten Leiter, der in Vergleichung mit den Metallen nur wenig wirksam ist, in Verbindung stehen.

(Dieser dritte Körper muß ein solcher seyn, der dem elektrischen Strome den Durchgang verstattet, ohne ihn zu erregen. Hiezu sind nun alle Leiter der ersten Klasse, so weit wir sie kennen, völlig ungeschickt, theils, weil sie nicht bloß leitend, sondern

auch elektromotorisch sind, theils weil sie in Rücksicht der Kraft, mit welcher sie das elektrische Fluidum in Bewegung setzen, in einem gewissen gradualen Verhältniß stehen, wodurch eine Vermehrung der Quantität des excitirten Fluidum durch die Summe der einzelnen Actionen unmöglich wird. Diese Stufenfolge der treibenden Kraft ist in der Reihe: Silber, Kupfer, Eisen, Zinn, Bley, Zink folgende:

Silber treibt das el. Fluid. in	Kupfer mit Kraft	=1.
Kupfer	Eisen	=2.
Eisen	Zinn	=3.
Zinn	Bley	=1.
Bley	Zink	=5.

Bey Berührung zweyer Metalle aus dieser Reihe ist die Kraft, mit welcher das voranstehende Metall die Electricität in das folgende treibt = der Summe der Kräfte der dazwischen stehenden, z. B. bey Kupfer und Zinn =2+3=5. bey Eisen u. Bley =3+1=5 bey Silber und Zink =1+2+3+1+5=12. Brächte man zwischen eine Platte von Silber und eine andre von Zink eine dritte von Kupfer, eine vierte von Eisen u. s. w. so würde demohngeachtet die Action aller zusammengenommen nicht stärker seyn, als die Action des Silbers und Zinks in unmittelbarer Berührung, weil die letztere schon an und für sich der Summe der Actionen aller übrigen gleich ist, mithin durch ihre Dazwischenkunft jener Summe

nichts zugesetzt wird. Eben so folgt aus diesen Verhältnissen des Impulsus, daß bey jeder Zusammenstellung von Leitern der ersten Klasse, ihre Zahl und Anordnung sey welche sie wolle, immer nur ein Grad von elektrischer Spannung entsteht, der demjenigen gleich ist, welcher aus der unmittelbaren Berührung des ersten und letzten von ihnen hervorgeht. Volta äußert hier den Wunsch, daß es gelingen möchte, einen Apparat aus bloß festen Körpern zu construiren, und hält die Sache für sehr schwer aber nicht für unmöglich, weil dazu bloß erfoderlich seyn würde, einen Körper der ersten Klasse zu finden, der bloß leitend und nicht zugleich elektromotorisch wirkte.

Anders verhält es sich beym Uebergange der Elektricität aus einem Leiter der ersten Klasse in einen der zweyten. Das elektromotorische Vermögen der feuchten Körper ist im Vergleich mit dem der ersten Klasse äußerst unbedeutend, und bey Verbindung derselben mit Metallen findet keine solche Stufenfolge wie bey Berührung der Metalle unter sich statt. So strömt z. B. das elektrische Fluidum aus dem Silber in den Zink mit einer Kraft = 12 und aus dem Zink in den feuchten Körper mit einer Kraft = 1; der Impuls desselben von dem Silber nach dem feuchten Körper sollte demnach = 13 seyn, allein er ist auch hier nicht stärker als = 1. Dieser Eigenschaft allein ist es zuzuschreiben, daß sich die Elektricität in den

einzelnen Lagen der Säulen anhäufen, und bey Verbindung der Enden eine Totalwirkung bemerken läßt.

Es ist noch nicht ausgemacht, ob eine ähnliche Stufenfolge, wie zwischen den Leitern der ersten Klasse, auch zwischen den Stoffen der zweyten statt findet. Wäre es der Fall, so würde es fürs erste eben so unmöglich seyn aus ihnen allein einen wirksamen Apparat zu construiren, als es von der alleinigen Verbindung verschiedenartiger Metalle unter sich gezeigt worden ist. Indessen findet man in dem Körper des Krampfrochen und des Zitteraals eine Verbindung bloß feuchter Körper zu einem sehr wirksamen Erschütterungsorgan, und es läßt sich dem zu Folge annehmen, daß entweder unter den Leitern der zweyten Klasse jenes graduale Verhältniß nicht statt findet, oder daß es in derselben noch eine Unterabtheilung, eine dritte Klasse giebt, deren Stoffe zwar unter sich, aber nicht mit den Leitern der zweyten Klasse in einem elektromotorischen Verhältnisse stehen. Die Körper dieser dritten Klasse sind vielleicht solche, die zwar Feuchtigkeit enthalten, aber doch eigentlich nicht feuchte Körper zu nennen sind, weil sie in ihnen coagulirt und gleichsam fixirt erscheint, z. B. Muskeln, Sehnen, Nerven u. s. w. Das elektrische Organ des Krampfrochen, welches in seinen Wirkungen und in seiner Struktur, ja sogar in seiner Form so viel Aehnliches mit der Säule hat, besteht nach

Volta's Vorstellung aus abwechselnden Lagen von zwey dergleichen heterogenen Leitern der dritten Klasse und einem der zweyten, als Zwischenlage [6]).

§. 2.

Uebersicht der von Volta in Gegenwart der Commissarien des Nationalinstituts wiederholten, und in seinen, der mathematischen und physikal. Klasse vorgelesenen Abhandlungen beschriebnen Versuche, von Prof. Halle' [7]) m. Kupf.

Volta war ersucht worden, die zum Beweise für die Identität des Galvanismus und der Elektricität in der öffentlichen Sitzung des Nationalinstituts

6) Ich habe eine gänzliche Umarbeitung der eingeschloßnen Stelle deshalb für nothwendig gehalten, weil das Original hier äußerst mangelhaft auch hin und wieder völlig unverständlich ist. Eben so glaubte ich den angehängten Auszug aus dem Bericht der Commission des Nationalinstituts über die Volta'schen Versuche füglich weglassen zu können, weil er, außer leeren Deklamationen, fast gar nichts enthält, was nicht in Volta's Abhandlung deutlicher und besser vorgetragen wäre. Eine Fortsetzung dieser Abhandlung findet sich in den franz. Ann. von Pfaff und Friedländer Bd. 1. Heft 3. und in Hrn. D. Reinholds Bearb. gegenwärtiger Schrift 1. Abth. S. 169. ff. A. d. Ueb.

7) Bullet in des sc. de la soc. Philom. nivose an 10. no. 58. — — S. Voigts Magaz. Bd. 4. S. 24. ff.

vorgelegten Versuche in Gegenwart der dazu ernannten Commissarien zu wiederholen. Prof. Halle' giebt hievon folgende Nachricht:

Erster Satz. Wenn man zwey heterogene Metalle, die für sich allein keine Zeichen der Elektricität äußern, in Berührung bringt, so wirken sie im Augenblick der Berührung dergestalt auf einander ein, daß in beyden sensible Elektricität hervortritt, die bey dem einen positiver und bey dem andern negativer Art ist, und sich in beyden nach der Trennung noch einige Zeit erhält.

Erster Versuch. Man nehme zwey ganz gleiche Scheiben, die eine von Silber oder Kupfer und die andre von Zink, beyde auf der der einen Fläche gut polirt und auf der andern mit einem gläsernen, mit Siegellack oder Gummilack überzognen Handgriff versehen. Man bringe die polirten Flächen mittelst des isolirenden Handgriffs in genaue Berührung, und entferne sie wieder, wobey man mit der einen die Collektorscheibe des Condensators berührt. Ist dieß zu wiederholtenmalen geschehen, so zeigt der Condensator am Elektrometer sensible Elektricität, sie sich positiv verhält, wenn die Collektorplatte mit Zink und negativ, wenn sie mit Silber berührt worden war.

Anmerk. Volta's Condensator besteht aus zwey Kupferplatten von kleinem Diameter (1 — 2. Decimeters) welche mit gläsernen Handgriffen, und

auf den Berührungsflächen mit einem dünnen Ueberzug von Firniß versehen sind. Diese Einrichtung giebt den Platten die Eigenschaft unvollkommner Leiter und unvollkommner idioelektrischer Körper, von denen die condensirende Wirkung abhängt. Die eine Platte dient als Unterlage und muß mit dem Fußboden in Verbindung stehen, die andre hingegen heißt die Collektorscheibe und bekommt öfters auf ihrer obern Fläche, da wo der Handgriff befestigt ist, einen einfachen, oder mit einem Knopfe versehenen Metalldrath, um sie mit Apparaten, die man nicht gern aus einander nehmen will, leichter verbinden zu können.

Die Einrichtung des Volta'schen Elektrometers ist folgende: Es besteht aus einer kleinen Flasche mit vier ebnen Seitenflächen, deren oberer Theil mit Siegellack überzogen, und deren Oeffnung durch einen Stöpsel verschlossen ist. An dem Stöpsel werden zwey sehr feine, ohngefähr zwey Zoll lange Strohhalme, mittelst sehr beweglicher Ringe dergestalt aufgehängt, daß sie sich der Länge nach berühren, und an den beyden Flächen des Glases, die der Fläche, in der die Strohhalme aus einander weichen, parallel sind, werden Gradbogen gezeichnet, deren Halbmesser die Strohhalmen ausmachen und in die man eine in halbe Linien getheilte Skale einträgt. Befestigt man am obern Theil des Stöpsels eine mit Firniß überzogne

Kupferscheibe und setzt auf diese eine zweyte von gleicher Beschaffenheit, so hat man Elektrometer und Condensator in einem Instrumente vereinigt. Die auf den Stöpsel geschraubte Scheibe dient sodann als Collektorplatte, und kann, wie beym gewöhnlichen Condensator, mit einem Drathe versehen, die andre aber durch einen Metallstreifen mit dem Fußboden verbunden werden, wobey sie alsdann die Stelle der untern Platte beym gewöhnlichen Condensator vertritt. Ist die Collektorscheibe geladen, so hebt man die andre Platte in die Höhe, und die angehäufte Elektricität treibt nunmehr die Strohhalmen des Elektrometers aus einander.

Dieses Elektrometer ist zwar sehr empfindlich, aber freylich, wo es auf eine genaue Messung ankommt, ziemlich beträchtlichen Fehlern unterworfen. Zu geschweigen nämlich, daß es schwer hält die Entfernungen der Pendel am Gradbogen genau zu bemerken [8]), zeigt auch eine doppelt große Divergenz derselben auf mehr als eine doppelte Stärke, der Elektricität. Denn fürs erste steht diese Stärke nach dem von Coulomb aufgestellten Gesetze, im umgekehrten Verhältniß mit dem Quadrat der Entfernungen, und fürs zweyte muß man den Widerstand der

8) M. s. Kühn's neueste Entdeckungen in der phys. und medec. Elektr. 1. Bd. S. 247.

Schwere in Anschlag bringen, der bey der Divergenz überwunden werden muß, und der im geraden Verhältniß mit dem Sinus der Winkel steht, den die divergirenden Pendel mit der Vertikallinie machen.

Zweyter Versuch. Statt der beyden Scheiben beym ersten Versuch nehme man eine Zinkplatte, an deren Rande ein Stiel von Kupfer angelöthet ist, fasse den Zink zwischen die Finger und berühre mit dem kupfernen Stiel die Platte des Condensators. Das Elektrometer zeigt negative Elektricität. Faßt man den Stiel von Kupfer mit den Fingern und berührt den Condensator mit der Zinkplatte, so ist gar keine Elektricität zu bemerken; bringt man aber zwischen den Zink und die kupferne Condensatorplatte ein Stück feuchtes Papier, so erhält man positive, und berührt man das nasse Papier mit dem kupfernen Stiel, negative Elektricität. Der erste Fall reducirt sich hier ganz auf den ersten Versuch; im zweyten steht der Zink von beyden Seiten mit Kupfer in Berührung, und da sich solchergestalt gleiche einander aufhebende Kräfte entgegenstehen, so ist der Effekt =o; im dritten Falle verhindert die feuchte Zwischenlage die elektromotorische Wirkung des Condensators auf den Zink; die ihm von dem kupfernen Stiele mitgetheilte Elektricität häuft sich in demselben an, und wird durch die bloß leitend wirkende Zwischenlage dem Condensator mitgetheilt, der folglich,

wenn die Berührung mit dem Zink geschieht, positive, und wenn der Apparat umgekehrt wird, negative Elektricität zeigen muß.

Zweyter Satz. Folglich ist die elektromotorische Wirkung heterogener Metalle auf einander bedingt durch unmittelbare Berührung. Feuchte Leiter heben, weil sie schlechtere Leiter sind, als Metalle, auf der einen Seite jene Bedingung und mit ihr zugleich die Wirkung selbst auf, auf der andern aber verstatten sie, als Leiter, dem durch jenen Contakt in Bewegung gesetzten Fluidum den Durchgang und die Mittheilung desselben an andre, mit ihnen selbst in Verbindung stehende Körper. Folglich muß in einer Reihe vou Plattenpaaren, die mit feuchten Leitern abwechseln, Elektricität abwechselnd erregt, angehäuft und fortgeleitet werden, und die Wirkung muß um eben so vielmal wachsen, als die Anzahl jener Schichten vermehrt wird. Hierauf gründet sich die Construction der Säule.

Dritter Versuch. Werden mehrere Plattenpaare, ohne sie zu isoliren, nebst ihren fenchten Zwischenlagen in gleicher Ordnung über einander geschichtet, so wird bey der Prüfung am Elektrometer das zweyte Paar eben die Erscheinungen als das erste, aber einen höhern Grad von Elektricität zeigen, und dieser Grad wird in eben dem Verhältniß zunehmen, je mehr man die Anzahl von Lagen vermehrt. Ist die

Säule mit einer bestimmten Anzahl von Lagen vollendet, so findet man die Elektricität stärker oder schwächer, je nachdem man ihren Grad entfernter von dem untern Ende, oder demselben näher untersucht, wobey sie sich jederzeit an der Zinkseite positiv und an der Silberseite negativ verhält.

Es geschieht hiebey folgendes: Im ersten Paar wird Elektricität erregt, und im zweyten desgleichen, allein dem zweyten wird, durch die feuchte Zwischenlage hindurch, außer der ursprünglich in ihm erregten, auch noch die Elektricität der obern Platte des ersten Paares mitgetheilt, dem dritten die der obern Platte des zweyten und so durch die ganze Säule hindurch. Da die unterste Platte nicht isolirt ist, so wird die Elektricität, die man am andern Ende oder an irgend einem beliebigen Punkte der Säule entzieht, immer von neuem aus der allgemeinen Elektricitätsquelle, der Erde, ersetzt, und die Intensität der Wirkung wächst in arithmetischer Progression von einem Ende der Säule bis zum andern. Volta's Elektrometer scheint dieß allerdings zu bestätigen, allein es ist nichts desto weniger eine mehr zuverläßige Bestimmung durch genauere Instrumente sehr zu wünschen.

Vierter Versuch. Isolirt man die Basis der Säule, so zeigt das oberste und unterste Paar gleichen Grad einer entgegengesetzten Elektricität. In der Mitte der Säule ist sie =o und nimmt von da

aus nach beyden Enden hin in gleichem Verhältniß zu, die positive nach der einen und die negative nach der andern Seite, so daß sie in den beyden Endplatten am stärksten ist, aber auch hier, wenn nicht die Säulen sehr beträchtlich sind, den Condensator nur schwach afficirt.

Bey dieser Einrichtung müssen fürs erste die Platten des untersten Paares entgegengesetzte Elektricitäten annehmen, und beyde in diesem Zustand bleiben, weil sie mit dem Erdboden in keiner Verbindung stehen; fürs zweyte muß die Stärke der Elektricitäten nach entgegengesetzten Richtungen in eben dem Verhältniß zunehmen, in dem die Anzahl der Lagen vermehrt wird, und folglich finden in der Säule zwey nach entgegengesetzten Richtungen laufende Progressionen statt, in denen die niedrigste Größe der einen der höchsten Größe der andern zunächst liegt. Die Mittelzahlen beyder Progressionen müssen in die Mitte der Säule fallen, und ihre Größen, weil sie sich hier gleich sind, einander aufheben, folglich kann hier weder positive noch negative Elektricität zu bemerken seyn. Da nun ferner die Enden der Säule mit dem Erdboden nicht in Verbindung stehen, so findet auch kein neuer Zufluß von Elektricität statt, und der Condensator kann nur wenig, oder wenn seine Capacität groß ist, gar nicht afficirt werden. Indessen würde eine Vereinigung der Basis mit einer

großen Leidner Flasche die leitende Verbindung mit dem Erdboden zum Theil ersetzen, so daß sich alsdann am obern Ende der Säule ein ziemlich hoher Grad von Elektricität zeigen würde.

Fünfter Versuch. Stellt man die leitende Verbindung mit dem Fußboden wieder her, und berührt zu gleicher Zeit das obere Ende der Säule mit dem Condensator, so ladet sich derselbe in einem Augenblick zu einem beträchtlichen Grade. Berührt man mit der einen Hand den Fuß und mit der andern die Spitze der Säule, so erhält man eine anhaltende, oder sich unaufhörlich erneuernde Erschütterung. Werden in die leitende Verbindung zwischen der Basis und der Spitze der Säule Stoffe gebracht, die durch die galvanische Action chemisch verändert werden, (z. B. Wasser, in welches man von beyden Seiten Metalldräthe leitet,) so beweist die anhaltende Dauer jener Veränderungen, daß die Action selbst ununterbrochen fortgeht. Diese Art, die Enden der Säule zu vereinigen, hat eine Menge der mannigfaltigsten Versuche veranlaßt, die zu bekannt sind, um hier einer neuen Auseinandersetzung zu bedürfen.

Im ersten Falle wird die dem Condensator mitgetheilte Elektricität durch die Verbindung mit dem Fußboden immer wieder ersetzt; in den übrigen bilden sich zwischen den Säulenenden zwey entgegengesetzte Ströme entgegengesetzter Elektricitäten.

Sechster Versuch. Wird die Basis der Säule durch einen guten Leiter mit dem Boden verbunden, so kann man durch eine schnelle Berührung des obern Endes der Säule mit einer sehr großen Leidner Flasche die letztere dergestalt laden, daß sie sehr starke Erschütterungen giebt. Eine der bequemsten Arten, diesen Versuch aufzustellen, ist folgende: Man leitet vom untern Ende der Säule ein breites Metallblech in ein Gefäß mit Wasser, in welches man die eine Hand taucht, während man mit der andern die Flasche hält und ihren Knopf mit dem obern Ende der Säule in Berührung bringt.

Eben so kann man die elektrische Pistole, nicht bloß durch eine mittelst der Säule geladne Flasche, sondern selbst unmittelbar, durch Berührung mit dem Endknopfe der obersten Platte, losschießen.

Alle diese Ladungsversuche gelingen gleich gut, die Säule mag sich mit einem oder dem andern der beyden Metalle, oder mit dem feuchten Leiter enden, und man mag die Berührung machen, an welchem von diesen drey Bestandtheilen man will.

Van Marum und Pfaff bemerkten bey ihren Versuchen mit der Teylerschen Maschine, daß zur Ladung einer und derselben Batterie weniger Berührungen mit einer Säule aus 200 Lagen als mit dem Conduktor der Maschine erfoderlich waren. Dieses, für jeden, der die Wirkungen großer

Elektrisirmaschinen kennt, unbegreifliche Phänomen, erklärt sich, nach Volta, dadurch, daß zwischen einem ununterbrochnen, durch unaufhörlich erneuerte Actionen erregten elektrischen Strome und einer augenblicklichen, obgleich starken Entladung, ein unendlicher Unterschied statt findet. Eine Vergleichung der Säule und der Elektrisirmaschine in ihren Wirkungen auf die thierische Oekonomie zeigt eine ähnliche Verschiedenheit der Erscheinungen.

Dritter Satz. Zur Construction der Säule sind zweyerley Stoffe erfoderlich, von denen die einen elektromotorisch und leitend, und die andern bloß leitend wirken. Die Erscheinungen, welche aus einer solchen Verbindung entspringen, müssen verschieden seyn, je nachdem es die Stoffe sind, deren man sich bedient. Fürs erste ist die elektromotorische Wirkung der Metalle dem Grade nach verschieden, je nachdem man sie verschieden zusammenpaart, und fürs zweyte sind auch die feuchten Zwischenlagen bald bessere bald schlechtere Leiter. Die Stärke der elektromotorischen Wirkung läßt sich am Elektrometer bestimmen, und das Volta'sche giebt in dieser Rücksicht zwar keine völlig genauen, aber doch der Wahrheit nahe kommende Resultate; das bessere oder schlechtere Leitungsvermögen der Zwischenlagen aber und die verschiedne Größe derselben giebt zwar für das Elektrometer keine Verschiedenheit, äußert

sich aber durch Modifikationen der übrigen Erscheinungen.

So hängt also die Stärke und die Wirkungsart der Volta'schen Säule von der verschiednen Verbindung ihrer beyden Bestandtheile ab. Will man die elektrischen Actionen mit den übrigen Kräften der Körper vergleichen, so steht die Stärke der Wirkung mit der Geschwindigkeit, und der Grad des Leitungsvermögens mit der Masse im Verhältniß. Folgende Versuche werden das Vorgetragene erläutern.

Siebenter Versuch. Man hat, mit Hülfe der Erfahrung, die Metalle, in Rücksicht auf ihre Fähigkeit bey Berührung mit andern Metallen Elektricität zu erregen, in eine Stufenreihe gebracht, in welcher jedes Metall in Berührung mit einem der vorhergehenden positive, und mit einem der folgenden negative Elektricität annimmt.

Diese Ordnung ist folgende: Silber, Kupfer, Eisen, Zinn, Bley, Zink. — Die Metalle, welche in der Reihe die äußersten sind, Silber und Zink, geben in Berührung mit einander die stärkste Elektricität und afficiren das Elektrometer am meisten. Man kann diese Reihe noch mit vielen Stoffen, z. B. mit Braunsteinerz, Graphit, Kohle, den übrigen Metallen und verschiednen Gemischen derselben vermehren, und so äußert z. B. die Verbindung des Braunsteins und des Zinks eine Elekricität,

die fast doppelt so stark ist, als bey Zink und Silber.

Pfaff und einige englische Physiker haben Säulen aus einem Metalle, geschwefelten Körpern und feuchten Leitern errichtet. — Gautherot baute eine wirksame Batterie aus Schieferkohle [9]) und feuchten Körpern, Davy aus Kohlenschichten, deren entgegengesetzte Flächen in heterogene Flüssigkeiten, z. B. in Wasser und in saure oder alkalische Auflösungen, getaucht wurden. Sollte es daher nicht auch flüßige Körper geben, die unter sich elektromotorisch wirkten, so wie Volta etwas ähnliches bey dem Erschütterungsorgan des Krampfrochen vermuthet? Andern Vermuthungen zufolge hängen sogar die elektrischen Erscheinungen gewisser Fossilien von einer Abwechslung heterogener Stoffe zwischen den Blättern der Krystalle ab.

Noch wichtiger als diese Stufenfolge der Metalle, (welche den Commissarien schon bekannt und unter andern durch Lehot's eigne Versuche bestätigt worden war) ist eine andre von Volta mitgetheilte

9) charbon de chiste; wahrscheinlich eine Verwechselung mit schiste noir oder crayon noir, wie es Gautherot in seinen weiter unten zu erwähnenden Versuchen nennt, wo es durch schwarze Kreide oder Zeichenschiefer übersetzt worden ist. A. d. Ueb.

Beobachtung, daß die Intensität der Wirkung bey Berührung von Silber und Zink gleich ist der Summe der Intensitäten aller zwischen ihnen liegenden Metalle, und daß, wenn alle Metalle der obigen Reihe zwischen Silber und Zink gelegt werden, die Totalwirkung nicht stärker ist, als wenn sich Silber und Zink unmittelbar berühren.

Achter Versuch. In Rücksicht der Leitungsfähigkeit findet auch unter den Leitern der zweyten Klasse eine Verschiedenheit dem Grade nach statt: So ist Wasser einer der unvollkommensten Leiter und sein Leitungsvermögen wird durch Beymischung verschiedner Salze erhöht. Auch die Oxydation der Metallplatten durch die feuchten Zwischenlagen scheint zur Vollständigkeit der Wirkung etwas beyzutragen, allein alle diese Umstände bewirken bloß eine lebhaftere Affection unsrer Organe, keinesweges aber eine stärkere elektrische Spannung, die sich am Elektrometer wahrnehmen ließe.

Man stelle einen Becherapparat aus Kupfer und Zink in zwey einander parallel laufende Reihen, so daß das positive Ende der einen dem negativen Ende der andern gegenüber steht, fülle die Becher mit reinem Wasser, und bringe in die beyden äußersten Becher auf der einen Seite zwey noch organisch-verbundne Froschschenkel, während man auf der andern ebenfalls die beyden letzten Becher durch einen aus

Kupfer und Zink bestehenden Bogen vereinigt. In dem Augenblick, wo man auf diese Weise die beyden Reihen verbindet, äußern sich Zuckungen in den Muskeln des Frosches. Man bringe sodann in die beyden, am weitesten von dem Frosche entlegenen Becher Kochsalz oder Salmiak, so werden augenblicklich die Zuckungen beträchtlich stärker werden, und sich stufenweise immer fort vermehren, wenn man der Reihe nach fortfährt dem zweyten, dritten Paar Becher ꝛc. ꝛc. etwas von jener Auflösung zuzusetzen. Sind die Muskeln dem Anschein nach erschöpft, so kann man ihre Thätigkeit durch jene Auflösung augenblicklich wieder beleben, selbst wenn man sie den von ihnen entferntesten Bechern zusetzt. Bisher hat sich beym Tassenapparat sowohl, als auch bey Construction der Säule, die Salmiakauflösung am wirksamsten gezeigt.

Es wird hier der schicklichste Ort seyn, eines Versuchs zu erwähnen, der für die Anwendung galvanischer Apparate auf die thierische Oekonomie und in Krankheiten wichtig werden kann. Wenn bey diesen Versuchen die Froschschenkel völlig erschöpft und unbeweglich scheinen, so kann man die Zusammenziehungen derselben bloß dadurch erneuern, daß man ihre Lage umkehrt, indem man den, welcher vorher in dem positiven Becher getaucht war, in den negativen bringt, und umgekehrt. Ja man kann sie,

wenn auch auf diese Weise keine Bewegungen mehr erfolgen, durch abermalige Verwechselung der Lage nochmals hervorrufen.

Neunter Versuch. Das unvollkommne Leitungsvermögen feuchter Körper überhaupt und des reinen Wassers insbesondre wird noch durch eine andre Gattung von Versuchen bewiesen.

Wenn an einer Säule, die entweder isolirt oder doch bloß durch schlechte Leiter, z. B. durch einen Tisch von gewöhnlichem Holz, mit dem Boden verbunden ist, ein nasser Papierstreif dergestalt angebracht wird, daß das eine Ende desselben die Spitze und das untere die Basis der Säule berührt, so wird, wenn jenes der Zinkpol ist, der Streif an diesem Ende positive und am entgegengesetzten negative Elektricität zeigen, und der Indifferenzpunkt, wie bey der isolirten Säule selbst, in die Mitte des Streifens fallen, so daß von hier aus nach der Spitze hin die positive, und gegen die Basis herab die negative Elektricität stufenweise zunimmt.

Wenn ein Theil des Papierstreifens zwischen der Mitte und dem obern Ende desselben mit einer Flüssigkeit befeuchtet wird, die besser leitet, als reines Wasser, z. B. mit Kochsalzauflösung, so rückt der Indifferenzpunkt weiter gegen die Spitze hin, und eben so umgekehrt gegen die Basis, wenn man den Versuch an irgend einer Stelle der untern Hälfte

macht. Eben dieß geschieht, wenn das Leitungsvermögen des Streifens auf irgend eine andre Weise, z. B. durch Veränderung der Lage oder durch Verdünstung, auf der einen oder auf der andern Seite verändert wird.

Wird der Streifen in zwey gleiche Theile getrennt, die Enden, ohne sich zu berühren, frey auf dem Tische ausgebreitet, und die eine Hälfte mit Salzauflösung, die andre mit reinen Wasser getränkt, so wird sich an jenem die Elektricität viel weiter erstrecken und der Indifferenzpunkt der Säule weiter an ihm hinaufsteigen, als an diesem.

Zehnter Versuch. Der Grad der elektrischen Spannung richtet sich durchgehends nicht nach der Größe, sondern nach der Anzahl der Platten. Daher bringt eine Säule aus Platten von großem Durchmesser keine stärkere Wirkung aufs Elektrometer hervor, als eine andre, die aus einer gleichen Anzahl kleiner Platten besteht. Dagegen gelingen mit jenem die Verbrennungsversuche weit besser, und bey Metalldräthen vorzüglich dann, wenn das der Säule zugekehrte Ende derselben eine breite Fläche hat, das andre aber, mit dem sie sich gegenseitig berühren, in eine Spitze ausläuft.

Im allgemeinen ist die Masse der in Bewegung gesetzten Elektricität um so beträchtlicher, je inniger die Metalle sich berühren, je mehr Oberfläche sie haben

und je vollkommner die Zwischenlagen leiten, ohne daß dadurch die Intensität der Elektricität selbst merklich vermehrt wird. Wird nun diese größere Masse genöthigt durch Spitzen auszuströmen, und hiedurch bey ihrem Austritt gleichsam verdichtet, so muß in diesem Fall auch die davon abhängende Wirkung verhältnißmäßig verstärkt werden.

Zu Schluße giebt Halle' noch folgende Beschreibung der kleinen tragbaren Säule, deren sich Volta gewöhnlich bedient. Sie besteht aus einer Anzahl Kupferplatten von beliebiger Größe, auf deren einen Fläche eine Zinkplatte angelöthet, oder ein Ueberzug aus einer Composition von Zink und Zinn angebracht ist (doublée d'un étamage de zinc et d'étain). Zwischen diese Doppelplatten werden feuchte Tuchscheiben gelegt. Das Ganze wird durch drey Glassäulen fest gehalten, die in metallischen, auf der untersten Kupferplatte befestigten Hülsen stecken, und ist in ein Etui von weißem Blech eingeschlossen. Die Glassäulen trennen die Säule von den Wänden des Etui's und passen oben in einen kupfernen Hut, der mit einer metallischen Quaste versehen ist, welche, wenn man das Etui schließt, gegen den Boden der obern Hälfte desselben genau andrückt. Die Stelle, wo die untere Hälfte der Kapsel in die obere eingeschoben wird, ist mit einem starken Ueberzug von

Siegellack oder Gummilack versehen, und beyde sind auf diese Weise vollkommen isolirt.

Ist die Kapsel geschlossen, so braucht man bloß die untere Hälfte derselben mit der befeuchteten Hand zu fassen, und mit der obern irgend einen andern Theil des Körpers zu berühren, wenn man sich von der Wirkung der Säule überzeugen will. Hat man zwey solche Apparate, deren Platten in entgegengesetzter Ordnung über einander geschichtet sind, so erhält man eine doppelte Erschütterung, wenn man in jede der benetzten Hände ein solches Etui bey dem untern Theile anfaßt und die beyden obern Enden in Berührung bringt. Dieser Apparat, den man bequem bey sich tragen kann, ist zu sehr vielen Versuchen hinreichend.

Zwölftes Kapitel.

Nachricht von den bey der Ecole de Médecine zu Paris angestellten galvanischen Versuchen von Hallé. — Bericht des Prof. Cuvier an das Nationalinstitut über den Galvanismus. — Versuche von Fourcroy, Vauquelin und Thenard.

§. 1.

Nachricht von den bey der Ecole de Médecine zu Paris angestellten galvanischen Versuchen von Hallé.

Da das Gebiet des Galvanismus fast täglich durch wichtige und unerwartete Thatsachen bereichert wurde, so beschlossen die Lehrer an der Ecole de Médecine die bereits bekannten Erscheinungen zu prüfen, neue Versuche über diesen Gegenstand anzustellen und insbesondre zu bestimmen, welchen Nutzen die ausübende Heilkunde aus dieser Entdeckung ziehen könnte. Die ersten Versuche wurden im Floreal und Prairial des 8. J. der Rep. in den Sälen, wo die anatomischen und naturhistorischen Sammlungen der école aufbewahrt werden, angestellt, und von dem Bürger Hallé geleitet.

Dieser ließ im Nivose 9. in dem Journal de médecine von Corvissart, Leroux und Boyer einen Aufsatz darüber einrücken, den wir hier unsern Lesern mittheilen, dabey aber erinnern, daß man dazumal zu Paris über die Volta'schen Versuche, die er erst späterhin dem Nationalinstitut mittheilte, bloß unvollständige Nachrichten hatte.

1. Verschiedne Anordnungen des nöthigen Apparats. Man bediente sich bey der Ecole einer nach Volta's Vorschrift errichteten Säule, die aus mehrern Schichten von Zink, feuchter Pappe und Silber bestand und nach Maaßgabe der Zahl dieser Schichten mehr oder weniger hoch war. Die Ordnung der einzelnen Schichten war entweder: Zink, feuchte Pappe, Silber: oder Silber, feuchte Pappe, Zink, dergestalt, daß bey der erstgedachten Ordnung das Silber der untern Lage unmittelbar den Zink der obern, bey der zweyten aber der Zink der untern das Silber der obern berührte. Die eine oder die andre Ordnung muß durch die ganze Säule dieselbe seyn und die feuchte Platte dient bloß, das Wasser oder die Auflösungen, die zu den Zwischenlagen bestimmt sind, aufzunehmen, daher sie stark damit getränkt seyn muß.

Der sogenannte Becherapparat besteht aus einer Reihe mit Wasser oder einer Salzauflösung gefüllten Bechern oder Gefäßen und aus Stäben von zwey

verschiedenartigen Metallen, z. B. von Kupfer und Zink. In jedem Becher werden zwey solcher Stäbe dergestalt eingetaucht, daß die in der Flüssigkeit befindlichen Enden von einander entfernt bleiben, die aus dem Becher hervorgehenden Enden aber jedesmal ein heterogenes Metall aus dem zunächststehenden Becher berühren.

Beyde Apparate unterscheiden sich dem Wesen nach gar nicht, allein man findet, unter übrigens gleichen Umständen, daß die Säule in ihren Wirkungen durchgehends stärker ist. Die Stärke der Wirkung richtet sich übrigens nach der Anzahl der Lagen, deren man sich in den folgenden Versuchen bis auf hundert und darüber bedient hat. Es kommt dabey nicht auf die Höhe der Säule an; denn man kann unbeschadet der Wirkung jede Säule in mehrere kleinere zerlegen und diese unter einander verbinden, wenn nur die Ordnung in den Bestandtheilen der einzelnen Lagen durchgängig dieselbe bleibt. Sobald man aber diese beym Umbauen einer Säule oder indem man durch eine Leitung mehrere Säulen, zusammen verbinden will, ändert, so hört augenblicklich alle Wirkung auf. Metalle, die man an beyden Enden der Säule anbringt, haben auf die Erscheinung selbst nicht den mindesten Einfluß, destomehr aber die Stützen, die man auf den Seiten anbringt um das Umstürzen der Säule zu verhüten. Man

bemerkt nämlich, daß Glasröhren hiezu am tauglichsten sind, daß im Gegentheil metallne Stäbe die Wirkung schwächen. Unter den Salzauflösungen, womit man zur Verstärkung des Effekts die Zwischenlagen zu befeuchten pflegt, schienen bisher die Auflösungen von Alaun und Salmiak am mehresten zu leisten.

2. Wirkungen dieses Apparats: sie lassen sich eintheilen in Veränderungen, die mittelst desselben in unorganischen Stoffen hervorgebracht werden und in Wirkungen auf den belebten thierischen Körper. Die Bedingung dieser Wirkungen ist, daß der Körper auf den gewirkt werden soll, mit den beyden Enden der Säule in leitende Verbindung gesetzt werde.

Die Wirkungen auf unorganische Stoffe sind von dreyfacher Art: 1. chemische Verbindungen und Zersetzungen, 2. Funken und 3. Anziehen und Abstoßen.

Oxydation der Metalle und Zersezzung des Wassers. Man füllt eine gläserne Röhre mit Wasser, und verschließt sie hermetisch, nachdem man von beyden Enden her zwey Dräthe von einerley Metall eingebracht hat, deren Spitzen ein bis zwey Centimeter weit von einander entfernt bleiben müssen. Die beyden andern Enden der Dräthe bringt man in Verbindung mit den beyden

Endplatten der Säule, und nun bemerkt man, daß sich die Spitze des einen Drathes im Wasser mit Oxyd bedeckt, während die andre kleine Luftbläschen ausstößt, die aus Wasserstoffgas bestehen. Das Oxyd bildet sich allemal an der Spitze desjenigen Drathes, dessen andres Ende mit demjenigen Ende der Säule in Verbindung steht, welchem in jeder einzelnen Lage das Silber zunächst liegt, und die Gaserzeugung geschieht an dem Drathe, der von der Zinkseite der Säule herkommt, wobey zugleich in der Säule selbst diejenige Oberfläche beyder Metalle oxydirt wird, die der feuchten Pappe zugekehrt ist, während auf der andern Seite, wo sich die Metalle unmittelbar berühren, nur geringe oder gar keine Oxydation bemerkt wird. Die Stärke der Gaserzeugung und der Oxydation hängt von der Größe der Oberflächen der Platten und von ihrer Anzahl ab; so bald man aber die Enden der Dräthe unter sich in Berührung bringt, hören beyde Wirkungen augenblicklich auf.

Funken. Wenn man die beyden Enden der Säule durch einen Eisendrath verbindet, so erscheint im Augenblick der Berührung ein Funke, der aus einem weissen, leuchtenden Punkte besteht, um den sich rings herum röthliche, sprühende Strahlenbüschel verbreiten, von der Art wie man sie beym Abbrennen des Eisens bemerkt. Wählt man den Drath von einem andern Metall, z. B. Kupfer,

Platina ꝛc. so erscheint bloß der leuchtende Punkt [1]), der sich auch dann zeigt, wenn man mit dem Drathe, statt der entgegengesetzten Endplatte, Zink oder Silber auf den Seiten der Säule berührt; ja man sieht oft im Augenblick der Schließung mehrere solcher leuchtenden Punkte zugleich an verschiednen Stellen der Säule.

Anziehen und Abstoßen. Man nimmt in die rechte Hand eine kleine Leidner Flasche, deren Boden etwas enger zuläuft, und hält den Knopf derselben an das eine Ende der Säule, während man mit der linken das andre Ende derselben berührt. Hat man dieses einige Minuten fortgesetzt, so zeigt der Knopf am Coulombschen Elektrometer positive Elektricität, wenn er auf der Zinkseite, und negative, wenn er mit der Silberseite der Säule in Berührung gewesen war. — — —

Die Wirkungen des Galvanismus auf belebte thierische Körper sind: Erschütterungen, Geschmacksempfindungen und Lichterscheinungen im Auge (Blitze).

1) Auch Böckmann (Gilb. Ann. VII. Bd. S. 258. ff.) fand Eisendräthe zur Funkenerzeugung vorzüglich geschickt, indessen erhielt doch Gilbert (Annal. VII. S. 157. ff.) die hier beschriebnen Funkensonnen durch Messingdrath schon bey einer Säule aus 30 Lagen.

Man benetzt beyde Hände über und über mit Wasser, und berührt alsdann mit einem Finger von jeder Hand die Enden der Säule. Sind dabey die Zwischenlagen von Pappe (wie sich von selbst bey jedem Versuche versteht) mit einer Auflösung von Salmiak gehörig befeuchtet, so fühlt man einen elektrischen Stoß bis ins Elenbogengelenk; ist hingegen die Hand trocken, so ist der Schlag sehr unbedeutend. Faßt man mit der Hand eine nasse metallne Röhre, die groß genug ist die ganze Hand auszufüllen, so wird die Wirkung dadurch um vieles verstärkt, vorzüglich wenn die Röhre mit Wasser gefüllt ist. Läßt man die Finger eine zeitlang in Berührung mit der Säule, so fühlt man nach erhaltenem Schlage ein Zucken und Kriebeln in denselben, welches am Ende äußerst lästig wird. Fassen sich mehrere Personen an den Händen, so fühlen sie alle den Schlag, wenn die erste und letzte in der Reihe sich mit der Säule in Verbindung setzt, im Fall nämlich alle die Hände gehörig benetzt haben und ihre Anzahl nicht allzugroß ist. Je mehrere Personen aber in die Kette treten, desto schwächer wird die Wirkung, und verschwindet am Ende gänzlich, wenn die Anzahl, welche die Erfahrung bestimmen muß, überstiegen ist. Wenn die Person, welche mit ihren Händen die Kette an den beyden Enden der Säule schließt, oder sie alle, wenn es deren mehrere sind, isolirt werden, so

wird die Wirkung noch beträchtlicher, und man kann durch dieses Mittel auch in einer sonst unwirksamen Kette die gedachten Erscheinungen hervorbringen.

Wenn man zu einer Zeit, wo der Apparat zur Wasserzersetzung mit den Enden der Säule in Verbindung stand, zugleich den Erschütterungsversuch anstellte, so fühlte man den Schlag beträchtlich schwächer, als wenn die Säule ganz frey war; allein die Entbindung der Glasbläschen und die Oxydation wurden dadurch nicht merklich vermindert oder aufgehalten. Die Versuche, in denen man durch den einfachen Galvanismus Geschmacksempfindungen auf der Zunge, Blitze vor den Augen und Schmerzen in andern in der Kette befindlichen Theilen hervorbrachte, fielen in eben dem Verhältniß stärker aus, als die übrigen Wirkungen der Säule die Wirkungen des einfachen Galvanismus übertreffen. Oft thut die Säule, gleich nachdem man sie aufgerichtet hat, gar keine Wirkung, zumal wenn die Platten schon etwas oxydirt sind, und fängt erst nach einiger Zeit, anfänglich ganz schwach, dann stufenweise immer stärker an zu wirken, bis diese Stärke endlich ihre höchste Stufe erreicht. Durch schnelle und oft wiederholte Berührungen läßt sich die Thätigkeit der Säule gleichsam anreizen und merklich vermehren.

Diese Versuche beweisen ohne Widerspruch die Analogie der galvanischen und elektrischen Erscheinungen.

und hauptsächlich werden dadurch, wie der Bürger Fourcroy bemerkt [2]), folgende Sätze begründet: 1. Die beyden Enden der volta'schen Säule verhalten sich in Rücksicht ihrer Erscheinungen und ihres elektrischen Zustandes wie entgegengesetzte Elektricitäten. 2. Das negativ-elektrische Ende der Säule, durch ein Metall mit Wasser in Verbindung gesetzt, giebt Wasserstoffgas, am entgegengesetzten positiven Ende hingegen geht unter gleichen Umständen eine Säurung des Metalls vor sich. 3. Die Erscheinung der Funken und die stärkern oder schwächern Erschütterungen hängen bey der Säule von gewissen günstigen Umständen ab, die ebenfalls mit den Bedingungen, unter denen gleiche Erscheinungen bey der gemeinen Elektricität erfolgen, die größte Aehnlichkeit haben. 4. Die lebenden thierischen Organe sind die empfindlichsten Elektrometer, und es lassen sich mittelst derselben Grade von Elektricität bestimmen, die für alle künstlichen Instrumente zu schwach sind.

Folgende Nachricht von den bey der Ecole de médécine angestellten Versuchen, und den hauptsächlichsten Resultaten derselben hat den B. Butet zum Verfasser, und findet hier am schicklichsten ihren Platz [3]).

2) M. s. dessen Discours à la séance publique de l'école de Médécine de Paris an. 9. (4.)

3) Sie wurde eingerückt im Bulletin des sciences de la

Zufolge der wichtigen Versuche der Bürger **Laplace** und **Halle'**, wodurch sie sich von der Identität des elektrischen Anziehens und Abstoßens und der Erscheinungen der Volta'schen Säule überzeugten, fand der B. **Butet**, daß die Elektricität der **Silberseite** jedesmal **positiv**, die der Zinkseite hingegen **negativ** sey, man mag der Säule eine Lage geben welche man will. Zu bemerken ist, daß **Butet** bey dieser Bestimmung die zwischen Silber und Zink gelegne Pappe als einen wesentlichen Theil der Säule selbst betrachtete. Bey der Zersezzung des Wassers durch die Säule bemerkte er mit dem B. **Thillaye** d. j. daß die Oxydation des Metalls jedesmal am positiven, die Erzeugung von Wasserstoffgas aber allemal am negativen Ende der Säule erfolgt; daher sie sich bey ihren fernern Versuchen immer dieses leichten und schnellen Mittels bedienten, um zu erfahren, welches das positive und welches das negative Ende der Säule sey. Wurden zwey Säulen in gleicher oder in umgekehrter Ordnung aufgebaut, so gaben sie alle Erscheinungen wie zwey auf gleiche Art geladne Leidner Flaschen, und so erhielt man auch durch Verbindung mehrerer

société philomatique, vendémiaire an 9. No. 43. und im 11. Theil des Recueil de la société libre de médécine du Louvre p. 231.

Säulen eine Art von Batterie, mit verhältnißmäßig erhöhter Stärke der Wirkung.

Durch einen eisernen Excitator erhielt der B. Thillaye einen Funken, der dem Funken des Stahles am Stein völlig gleich war. Zink, als Excitator gebraucht, giebt einen weissen Funken. Da man nun durchgehends nur mit solchen Metallen Funken erhält, die mit einer Flamme verbrennen, so entsteht daraus die sehr wahrscheinliche Vermuthung, daß der Funke eine bloße Wirkung des Verbrennens sey. Um zu bestimmen, ob der Funke demohngeachtet die Natur des elektrischen habe, will der Bürger Thillaye Versuche darüber in irrespirablen Gasarten anstellen.

Die übrigen Versuche von Thillaye und Butet sollten die Bedingungen zeigen, von denen die Stärke oder Schwäche der Erscheinung abhängt. Eine Säule von Zink oder Bley thut weit schwächere Wirkung als die gewöhnliche; eben so wird sie bey dieser fast unmerklich, wenn man die Oberflächen der Metalle, die sich unter einander berühren sollen, benetzt, und hört völlig auf, wenn man die Zwischenlagen von Pappe mit Oel tränkt, oder trockne Karten zwischen die Metalle schiebt. Es ist bekannt, daß bey Berührung der Enden der Säule die Hände naß seyn müssen, wenn man einen Schlag bekommen will. Bedient man sich statt der bloßen Hände zweyer

benetzten Büchsen von weissem Blech zu Excitatoren, so wird die Erschütterung stärker, und dieses noch weit mehr, wenn die Büchsen mit Wasser gefüllt sind.

§. 2.

Bericht des Prof. Cuvier an das Nationalinstitut über den Galvanismus. Versuche von Fourcroy, Vauquelin und Thenard. 4)

„Der Zufall, welcher fast alle Entdeckungen herbeyführte, begünstigte die Physiker auch in den letztverwichenen Jahren auf eine Art, welche diese Periode in der Geschichte der Wissenschaften für immer merkwürdig machen wird. Ein Paar Metallstücke, unter sich in Berührung gebracht, zeigten Erscheinungen, die kein Scharfsinn voraus zu sagen im Stande war, und eröffneten uns ein eben so weites, als fruchtbares Feld, diese Entdeckungen auf wichtige Gegenstände anzuwenden. Anfangs schien sich ihr Einfluß bloß auf die thierische Oekonomie zu beschränken, jetzt umfaßt sie unendlich mehr, und selbst die Chemie erwartet von ihr die wichtigsten Aufschlüsse.

Der Galvanismus verdankt diese neuen Erweiterungen vorzüglich Volta's unermüdetem Eifer,

4) Journal de phys. Germinal an 9. p. 318. — Magas. encyclop. Floreal an 9. p. 371. — Memoires des soc. savantes et literaires de la republ. franc. (4.) tom. I. p. 132.

seine Meinung, daß die galvanischen Erscheinungen bloß durch eine bisher unbekannte Anwendung der Elektricität auf den thierischen Körper hervorgebracht würden, gegen die Einwürfe, die ihm entgegengesetzt wurden zu vertheidigen. Er suchte in dieser Absicht den Effekt der bisher angewendeteu Mittel zu verstärken, und fand, daß durch Vervielfältigung und abwechselndes Uebereinanderschichten verschiedenartiger, befeuchteter Metalle, Anziehen, Abstoßen und Erschütterungen, kurz alle Erscheinungen der Leidner Flasche hervorgebracht werden, und daß eine Säule aus abwechselnden Lagen von Silber, Zink und befeuchteten Pappenscheiben, am Silberende alle Erscheinungen der Glaselektricität, und am Zinkende alle Erscheinungen der Harzelektricität äußert. Es findet indessen hiebey der Unterschied statt, daß die Leidner Flasche, wenn sie einmal entladen ist, keine Wirkung mehr äußert, sondern von neuen geladen werden muß, dahingegen die Volta'sche Säule sich fortdauernd von selbst ladet; daß sich ihre Wirkungen immerfort erneuern, und daß man bloß durch Entladung mit sehr großen Leitern ihre Wirkungen auf eine kurze Zeit schwächen kann. Uebrigens entladet sich auch die Leidner Flasche, sobald die äußere und innere Fläche derselben durch Feuchtigkeit in eine leitende Verbindung gesetzt wird; an der Säule hingegen kann das Wasser, womit ihre feuchten

Zwischenkörper benetzt sind, herabrinnen, ohne daß hiedurch die Wirkung an ihrer Stärke verliert oder gar unterbrochen wird, welches letztere nur dann geschieht, wenn man die ganze Säule unter Wasser taucht.

Schon diese Verschiedenheiten waren hinreichend, die vollkommne Identität des Galvanismus und der Elektricität zweifelhaft zu machen; noch mehr aber wurden diese Zweifel durch die Wahrnehmung bestätigt, daß sich an der Spitze eines mit dem negativen Pole der Säule verbundnen Drathes, wenn sie unter Wasser in eine gewisse Entfernung von einem andern, mit dem positiven Ende verbundnen Drathe gebracht wird, Wasserstoffgas entbindet, während an der Spitze des positiven Drathes Oxygen frey wird, welches sich entweder mit dem Metall verbindet, wenn es oxydirbar ist, oder sich als Gas darstellt, wenn das Gegentheil der Fall ist. Dieser Proceß dauert fort, so lange der Apparat in der gedachten Verbindung bleibt.

Allein es tritt hiebey ein neuer Umstand ein, der um so auffallender ist, je mehr er in das Gebiet der Chemie eingreift. Man würde nämlich die Entwickelung der beyden Gasarten ohne Schwierigkeit aus einer Zersetzung des Wassers erklären können, wenn dabey nicht eine gewisse Entfernung der beyden Drathspitzen von einander erfoderlich wäre, und wenn nicht

die Entwickelung der beyden Gasarten unterbrochen würde, sobald man die beyden Enden in wirkliche Berührung bringt. Wie ist es möglich, daß Sauerstoff und Wasserstoff, die sich doch aus einem und demselben Punkte des Wassers entbinden müssen, dennoch an verschiednen Punkten zum Vorschein kommen? und wie kommt es, daß sich der eine und der andre dieser beyden Stoffe immer nur an dem einen, und nie an dem andern Drathe darstellt?

Einige Physiker ahndeten in dieser Erscheinung die Grundlage einer neuen Chemie, andre, die mit mehr Vorsicht zu Werke giengen, suspendirten ihr Urtheil, oder suchten die neuen Beobachtungen auf schon bekannte Theorien zu reduciren, alle aber, so verschieden auch ihre Ansichten waren, kamen darin überein, daß sie fürs erste untersuchen zu müssen glaubten, ob sich die beyden Gasarten in getrennten Wasserportionen darstellen ließen? Man fand, daß in völlig getrennten Gefäßen gar keine Gasentbindung vor sich geht, hingegen aber, wenn man beyde Portionen durch einen Metalldrath verbindet, auch in jeder derselben beyde Gasarten entwickelt werden, und daß sich dabey die Enden des Zwischendrathes in jeder Portion so verhalten, als kämen sie unmittelbar von dem Ende der Säule her, dem sie zunächst liegen. Trennt man hingegen die beyden Wasserportionen durch Schwefelsäure, so erscheinen die beyden

Gasarten, jede an der ihr eigenthümlichen Seite. Eben das ist der Fall, wenn man getrennte Wasserportionen durch thierische Körper, z. B. durch die Hand verbindet, und so ist es denn vollständig erwiesen, daß jede Gasart, für sich allein, ohne die andre hervortritt.

Es sind nur drey Erklärungsarten für die Erscheinung möglich: Entweder 1. die galvanische Action raubt jeder Wasserportion den einen ihrer Bestandtheile und läßt den andern im Ueberfluß zurück, oder 2. das Wasser wird in beyden wirklich zersetzt, aber während der eine Bestandtheil an dem Ende des einen Drathes frey wird, geht der andre, auf eine unsichtbare Art, an das Ende des entgegesetzten Drathes über, und kommt dort erst zum Vorschein, oder 3. endlich, das Wasser zersetzt sich gar nicht, sondern bildet mit einem Princip, welches von dem positiven Pole ausströmt, Sauerstoffgas, und mit dem Princip des negativen Pols, Wasserstoffgas.

Die beyden erstern Meinungen wurden in der physikalischen Klasse des Nationalinstituts, erstere von Monge' [5]) mündlich, die zweyte von Fourcroy

5) Außer Monge' stimmte noch Berthollet für diese Meinung und Hassenfratz bemühte sich sie durch folgenden Versuch zu beweisen: Wenn man die beyden getrennten Wasserportionen durch eine thierische Sehne vereinigt, so

in einer Abhandlung, auseinandergesetzt und vertheidigt, die dritte haben einige Ausländer und vorzüglich Hr. Ritter in Jena aufgestellt.

Fourcroy's Abhandlung enthält das Resultat sehr zahlreicher Versuche, die er in Verbindung mit Vauquelin und Thenard anstellte. Fourcroy und Vauquelin nehmen ein eigenthümliches galvanisches Fluidum (le Galvanique) an, welches von der positiven Seite der Säule nach der negativen hin strömt. Dieses Fluidum zersetzt das Wasser bey seinem Austritt aus der positiven Seite, läßt das Oxygen entweichen und verbindet sich dagegen mit dem Hydrogen. Diese neue Mischung geht durch das Wasser, die Schwefelsäure, oder den menschlichen Körper hindurch an das Ende des negativen Drathes und giebt daselbst ihr Hydrogen in gasförmiger

dauert die Gasentwickelung nicht lange und wird sehr bald schwächer. Wechselt man nun die mit den Polen der Säule verbundnen Dräthe, so fängt die Gaserzeugung mit vieler Thätigkeit von neuem an, aber es entbindet sich an jedem Ende der Sehne das dem vorigen entgegengesetzte Gas. Es war nämlich im ersten Falle dem Wasser der eine Bestandtheil so viel als möglich entzogen und dagegen der andre im Ueberfluß vorhanden; im zweyten Falle aber wurde durch den neuen Drath gerade dieser Ueberschuß frey gemacht, und die Gasentwicklung erfolgte deshalb mit Leichtigkeit.

Sue II. S. 186.

Gestalt ab, während das galvanische Fluidum selbst in den Drath eindringt. Diese Hypothese soll durch folgenden Versuch bewiesen werden: Wenn man die beyden Wasserportionen durch wohl ausgewaschnes Silberoxyd trennt, so zeigt sich am negativen Drathe kein Wasserstoffgas, und das Oxyd wird auf der positiven Seite zum Theil reducirt. Dieses erklären die Beobachter daher, daß das galvanische Fluidum beym Durchgange durch das Oxyd sein Hydrogen absetzt, das Oxygen desselben frey macht und in Verbindung mit diesem das Wasser wieder darstellt.

Für den unermüdeten Eifer, mit dem Fourcroy, Vauquelin und Thenard ihre Versuche fortsetzten, wurden sie durch Entdeckung einer neuen Thatsache belohnt, die eine der wichtigsten und merkwürdigsten im Galvanismus ist [6]). Man wußte, daß durch Vermehrung der Lagen, aus denen die Säule besteht, die Stärke der Erschütterungen und die Schnelligkeit der Wasserzersetzung vermehrt wird, allein man wünschte nun auch zu wissen, welche Wirkung eine Vergrößerung der Oberfläche jeder Scheibe haben würde. Man errichtete daher eine Säule von Platten, die einen Schuh ins Gevierte hatten, und fand, daß Erschütterungen und Zersetzung des

6) Cuvier im Journal de physique messidor an 9. p. 76.

Wassers in eben dem Maaße erfolgten, als bey einer gleichen Anzahl kleiner Scheiben. Die Verbrennung metallischer Dräthe hingegen geschah augenblicklich mit großer Gewalt, und im Sauerstoffgas erfolgte ihre Entzündung mit einem sehr lebhaften Glanze, dergleichen bey einer noch so großen Anzahl kleiner Scheiben nie bemerkt werden konnte. Die Stärke der Verbrennung steht folglich mit der Größe der Oberfläche, und die Stärke der übrigen Erscheinungen mit der Anzahl der Platten in geradem Verhältniß.

Dreyzehntes Kapitel.

§. 1.

Biot 1) und Fr. Cuvier über einige Eigenschaften des galvanischen Apparats 2).

Die hier beschriebnen Versuche machen den ersten Theil einer mehr umfassenden Untersuchung aus, deren Zweck eine genauere Bestimmung der Natur und der einzelnen Bestandtheile der Volta'schen Säule seyn soll, und beziehen sich auf die Wechselwirkung zwischen der Säule und der atmosphärischen Luft. Man errichtete in dieser Absicht eine Säule aus Zink-, Kupfer- und Tuchscheiben, welche letztern mit einer starken Alaunauflösung getränkt wurden, und brachte

1) Mitglied d. Nationalinstituts und Professor der Mathematik am College de France.

2) M. s. Bulletin de la soc. philomatique No. ~~ thermid. an. 9. — Derselbe Aufsatz findet ~~ in ~~iner ganz verschiednen Gestalt in den Ann~~s de chymie t. XXXIX. S. 247. — Maga~~ encyclopédique. No. 9. Vendem. an. 10.

sie unter eine Glocke von bekannter Dimension, welche auf die pnevmatische Wanne gesetzt wurde. Durch Eisendräthe, die durch gekrümmte und mit Wasser gefüllte gläserne Röhren geführt wurden, brachte man die beyden Enden der Säule außerhalb der Wanne in Verbindung und erhielt sie in derselben 48 Stunden lang. Nach Verlauf dieser Zeit war das Wasser in der Glocke um ein Fünftheil gestiegen, und der Rückstand der in derselben enthaltnen Luft verhielt sich wie Stickgas.

Nachdem man sich auf diese Weise überzeugt hatte, daß die Säule Sauerstoffgas absorbirt, suchte man ferner zu bestimmen, ob sich durch Sauerstoffgas auch die Wirkungen der Säule verstärken lassen? Man brachte daher die nämliche Säule auf die Brücke des pnevmatischen Apparats, und umgab sie mit einem langen, engen (und an beyden Enden offnen) Glase, über welches man eine viel größere Glocke von bekanntem Inhalt stürzte. Die Kette wurde wie im vorhergehenden Versuche durch eiserne Dräthe, die durch gläserne, mit Quecksilber gefüllte Röhren geführt waren, außerhalb der Wanne geschlossen. Man hob nun das Wasser in der größern Glocke durch Saugen bis auf eine bestimmte Höhe, und ließ die Säule 17 Stunden lang in Thätigkeit. Die Säule hatte am Ende dieser Zeit alle ihre Wirksamkeit verloren und aus der Verminderung der Luft

unter der Glocke wurde geschlossen, daß nunmehr aller Sauerstoff aus derselben absorbirt worden sey. Jetzt wurde die ganze Glocke mit reinem Sauerstoffgas angefüllt, und in demselben Augenblicke erneuerte sich auch die Wirksamkeit der Säule und wurde sogar beträchtlicher als vorher. Man erhielt die Säule eine Zeitlang in Thätigkeit, und es erfolgte abermals Absorbtion.

Dieser Versuch bewies, daß der Sauerstoff, wenigstens unter gewissen Umständen, die Wirksamkeit der Säule vermehrt, und es war nur noch übrig zu bestimmen, ob der Sauerstoff eine nothwendige Bedingung für die Thätigkeit derselben sey? Man befestigte daher an die Säule einen kleinen zur Gasentwicklung gehörigen Apparat, und brachte sie so unter die Glocke der Luftpumpe, die man mit möglichster Sorgfalt entleerte. Die Gasentwicklung dauerte fort, und erfolgte dem Anschein nach bloß etwas schwächer. Der Versuch wurde noch mehr vereinfacht, indem man die Säule allein unter den Recipienten brachte, und, mittelst eines an ihrem obern Ende angebrachten Metallstreifens und des Tellers der Luftpumpe selbst die Kette schloß. Ohngeachtet man die Glocke mit aller Sorgfalt entleert hatte, wurde dennoch die Erschütterung sehr lebhaft gefühlt und eine Zersetzung des Wassers bewirkt. Diese Erscheinung, welche mit dem, was andre Physiker behauptet hatten, in

offenbarem Widerspruch stand, suchten die Beobachter folgendergestalt auf das Verhalten der Leidner Flasche im luftdünnen Raume zu reduciren, ohne deshalb eine strenge Vergleichung zwischen dem galvanischen und elektrischen Fluidum wagen zu wollen. Die Leidner Flasche entladet sich unter der Luftpumpe, weil die äußere Belegung, die eine anziehende Kraft gegen die innere ausübt, der letztern, bey Wegnahme des Drucks der äußern Luft, das in ihr angehäufte elektrische Fluidum entzieht, und dieses nunmehr durch den metallenen Stab der Flasche überströmt. Im Finstern wird dieses Ueberströmen sichtbar, indem sich Lichtstreifen von dem Stabe der Flasche nach der äußern Belegung hinziehen. Eben das geschieht in dem oben erwähnten Versuch mit der Säule: Der Uebergang des Fluidum äußert sich durch die Gasentwicklung, welche hier eben die Rolle spielt, wie die Lichtstreifen an der Flasche; allein die Gasentwicklung dauert fort, weil sich die Säule in jedem Augenblicke wieder von selbst ladet u. s. w. Uebrigens wurde aus diesem Versuche geschlossen, daß die Thätigkeit der Säule eigenthümlich und unabhängig von der äußern Luft sey, die jedoch unter gewissen Umständen ihre Wirkung vermehren kann u. s. w.

§. 2.

Abhandlung über die Bewegung des galvanischen Fluidum von Biot [3].

Der Verfasser sucht zu beweisen, daß die Verschiedenheit des Apparats und sogar die verschiedne Form desselben die Gesetze, denen das galvanische Fluidum gehorcht, abändert und seine Bewegung beschleunigt oder verzögert. Er geht hiebey von folgenden, durch die Versuche der école de médecine erwiesenen Thatsachen aus, 1. daß zwischen den beyden Enden der Säule eine Anziehung statt findet; 2. daß sich an jedem Ende derselben die einzelnen Theilchen das Fluidum wechselseitig zurückstoßen.

Durch spitzige Körper wird die Elektricität leichter aufgenommen und leichter zerstreut, und dieß muß der Fall bey allen Flüssigkeiten seyn, deren Theilchen sich gegenseitig zurückstoßen. Je stumpfer die Spitzen werden, desto mehr nimmt jenes Vermögen ab, und

3) Professor am Coll. de France und Associé d. Nat. Inst. Vorgelesen im Nationalinstitut am 26. Thermid. d. J. 9. — Journal de physique t. LIII. p. 265. Desgl. Journ. de medec. Chirurg. etc. par Corvisart, Leroux und Boyer Tom. I. Par. 9. nivose p. 351 — 358. Ein Auszug davon findet sich im Bulletin de la soc. philomatique Fructid. an. 9. No. 54. — Eine Uebersetzung dieser Abhandlung steht in Gilbert's Ann. X. I. p. 24. ff. A. d. Ueb.

folglich müssen ebne Flächen, die man sich als Segmente großer Kugeln vorstellen kann, eine in ihnen angehäufte Flüssigkeit dieser Art sehr schwer durchlassen, und zwar um so schwerer, je größer sie sind. Der Volta'sche Condensator giebt von dieser Eigenschaft ebner Flächen einen deutlichen Beweis: Die Metallscheibe dieses Instruments hält die ihr mitgetheilte Elektricität zurück, so lange ihre Fläche auf der Marmorplatte ruht, und entladet sich, wenn die Berührung an der scharfen Kante geschieht. Daher muß auch der Strom des galvanischen Fluidum in der Säule um so schneller seyn, je kleiner, und um so langsamer, je größer die Scheiben sind. Auf der andern Seite ist in einer gegebnen Zeit, unter übrigens gleichen Umständen, die absolute Quantität des sich bildenden Fluidum um so geringer, je kleiner die Oberfläche der Scheiben ist. Von zwey aus einer gleichen Anzahl von Platten bestehenden Säulen, deren eine aus großen, die andre aus kleinen Platten zusammengesetzt ist, wird folglich die erste eine größere Quantität des galvanischen Fluidum mit geringerer Geschwindigkeit, die zweyte aber eine geringere Quantität desselben mit größerer Geschwindigkeit in Bewegung setzen. Aus diesen allgemeinen Grundsätzen erklärt sich folgendes:

Die Stärke der Erschütterungen hängt weit weniger von der Quantität des bewegten Fluidum, als

von der Schnelligkeit der Bewegung ab, wie dieses der Versuch mit der Leidner Flasche beweist. Was man daher bey Vergrößerung der Oberflächen an der Quantität gewinnt, das verliert man auf der andern Seite durch die in gleichem Verhältniß verminderte Geschwindigkeit. Folglich müssen die Erschütterungen um so schwächer werden, je mehr man den Flächeninhalt der Scheiben vermehrt. Allein auf der andern Seite geht die Vermehrung der Geschwindigkeit nicht ins Unendliche fort, weil in eben dem Verhältniß, als die Oberflächen kleiner werden, auch die absolute Quantität des Fluidum und mit ihr die Intensität der Erschütterung vermindert wird. Eine Säule aus kleinen Platten wird folglich einen kürzern und eindringendern, aber weniger anhaltenden und kraftvollen Schlag (coup plus sec et moins intense) geben, als eine andre, die aus großen Platten besteht.

Diese aus bloßen Vernunftschlüssen gefolgerten Sätze werden durch Versuche und Beobachtungen bestätigt. Die acht großen Platten des B. Hachette, deren sich Fourcroy bediente, geben schon einen schwächern Schlag als eben so viel gewöhnliche Scheiben von der Größe eines Laubthalers; — ein Apparat aus zwölf runden Zink und Kupferscheiben von 13 Zoll im Durchmesser erregte kaum eine kriebelnde Empfindung in den benetzten Fingern, nur einen sehr schwachen Geschmack auf der Zunge und

niemals die Lichterscheinung im Auge, ohngeachtet eine einzige dieser Platten an Flächeninhalt mehr betrug als 80 Scheiben von gewöhnlichem Durchmesser. Dagegen giebt eine Säule aus 50 Centimestükken und eben so viel gleich großen Zinkplatten schon eine sehr starke eindringende Erschütterung, und bringt heftige Lichtblitze und einen starkem Geschmack hervor, ohngeachtet die Oberfläche dieser 50 kleinen Platten an Flächeninhalt noch nicht so viel beträgt, als 8 gewöhnliche Scheiben, oder als der zehnte Theil von einer einzigen der gedachten großen Platten. Entladet man die Säule vom kleinen Durchmesser mit großen Conductoren und in wenigen Sekunden mehrmals hinter einander, so wird, einen Augenblick nachher, weder die Person, welche die vorhergehenden Erschütterungen aufgenommen hat, noch eine andre, die schnell an ihre Stelle tritt, irgend eine Wirkung verspüren, eben weil die absolute Quantität des Fluidum hier sehr gering und dagegen seine Schnelligkeit sehr groß ist.

Auch die Geschmacksempfindungen und der galvanische Blitz scheinen vorzüglich von der schnellen Bewegung des Fluidum abzuhängen, weil ihre Stärke von eben den Bedingungen abhängt, als die Stärke der Erschütterungen. Anders verhält es sich dagegen mit den Funken und mit der Schmelzung oder Verbrennung der Metalle. Diese Erscheinungen, bey

denen es auf die Quantität des Fluidum und auf den anhaltenden Strom desselben ankommt, lassen sich durch große Platten weit leichter darstellen, weil sie die Masse vermehren und die Bewegung langsamer machen. Daher gelingt mittelst des oben beschriebenen großen Apparats die Verbrennung des Eisens nicht nur im Sauerstoffgas, sondern auch ununterbrochen in atmosphärischer Luft. Der kleine Apparat aus Centimestücken giebt zwar auch einen ziemlich lebhaften und glänzenden Funken, allein seine Wirkung ist jener nicht zu vergleichen.

Auch die Anziehung hängt von der Quantität des Fluidum ab, und ist daher bey großen Platten bemerklicher. Wenn man an dem großen Apparat die beyden verbindenden Metalldräthe unter sich in Berührung bringt, so hängen sie sich so fest zusammen, daß ihre eigenthümliche Federkraft sie nicht zu trennen vermag, ja man kann sie schütteln und selbst kleine Gewichte daran hängen, ohne sie aus einander zu reissen. An den Spitzen ist diese Anziehung fester, als an andern Punkten; überhaupt aber gelingen diese Versuche mit allen Metallen, wenn sie oxydirt sind. Während dieses Zusammenhängens sind die beyden Enden der Säule vereinigt und die Kette geschlossen, denn so lange es statt findet, äußert sich keine von den übrigen galvanischen Erscheinungen. Eben so wenig kann man zu gleicher Zeit ein solches

Zusammenhängen an zwey andern Dräthen bewirken, und der Apparat verliert auf einige Zeit das Vermögen dazu, wenn man die ersten Dräthe, zumal wenn sie etwas stark waren, von einander reißt. Die Dräthe bleiben mehrere Stunden, und wahrscheinlich so lange als nur die Wirkung des Apparats dauert, in diesem Zustande der Anziehung, auch kann man auf ähnliche Weise eine Anziehung zwischen zwey Metallblechen bewirken, wenn man sie mit ihren Kanten, nicht aber wenn man sie mit den Flächen einander nähert. Die anziehende Kraft der Metalle, mit denen diese Versuche angestellt wurden, verhält sich gerade umgekehrt, wie ihre Leitungsfähigkeit, und sie folgen mithin in nachstehender Ordnung: Eisen, Kupfer, Silber. — Auch diese Beobachtung stimmt mit dem obigen Gesetz für die verschiedne Bewegung des galvanischen Fluidum durch Flächen und Spitzen überein, und lehrt, daß die verbindenden Dräthe sich unter einander um so stärker anziehen, je schwerer das Fluidum durch ihre Spitzen überströmt.

Ich hatte, fährt der Verf. fort, bemerkt, daß bey kleinen Scheiben die Oxydation viel schneller vor sich geht, als bey gewöhnlichen. Dieß führte mich auf die Vermuthung, daß die Schnelligkeit der Bewegung des Fluidum auch auf diesen Proceß Einfluß habe, und ich unternahm in der Absicht mich davon zu überzeugen folgenden Versuch: Eine Säule aus

39 Zink- und eben so viel Kupferscheiben von der Größe eines Laubthalers wurde unter eine cylindrische Glasglocke auf den pnevmatischen Apparat gebracht, ohne ihre Pole zu vereinigen. Das Wasser stieg in der Glocke 0,02 Metres in fünf und einer Viertelstunde. Die Säule wurde nun umgestürzt und, nach Reinigung der Platten, unter den nämlichen Umständen, wie das erstemal wieder errichtet, aber die Pole geschlossen. Nun stieg das Wasser in der Glocke schon in dritthalb Stunden zu der obigen Höhe von 0,02 Metres. Bey Fortsetzung des Versuchs war das Steigen des Wassers in gleichen Zeiten bey vereinigten Polen immer viel stärker als im Gegentheil, und in eben dem Verhältniß erfolgt auf die Oxydation.

Der Versuch wurde mit zwey Säulen, deren jede aus 22 Centimes und eben so viel kleinen Zinkscheiben bestand, wiederholt. Beyde wurden zu gleicher Zeit auf einer und derselben Wanne unter völlig gleiche Glascylinder gebracht, und bey der einen die Enden geschlossen, bey der andern hingegen nicht. Bey der erstern stieg das Wasser in 7 Stunden eben so hoch, als bey der andern in 11 Stunden u. s. w. Nach 13 St. stand das Wasser in jener 0,045, in dieser 0,015 Metres und am Ende des ganzen Versuchs, nachdem die Absorbtion aufgehört hatten, verhielten sich die beyden Wasserstände wie 0,065 : 0,035.

Beym Umstürzen der Säulen wurden die Scheiben Stück vor Stück gegen einander verglichen, und bey der erstern eine bey weiten stärkere Oxydation bemerkt, als bey der letztern. Der Umlauf des Fluidum in der Säule vermehrt also die Oxydation und die Absorbtion des Oxygens, auf der andern Seite aber wird durch Verstärkung der Oxydation auch die absolute Quantität des sich bildenden Fluidum vermehrt, und mithin ist die Oxydation der Platten im Volta'schen Apparat Ursache und Wirkung zugleich.

„Schon bey unsern Versuchen über die Absorbtion des Sauerstoffs durch die Säule bemerkten der B. Friedr. Cuvier und ich folgende Thatsache: Wenn man die Säule in der Ordnung, Zink, Wasser, Kupfer rc. errichtet, und sie unter eine Glocke bringt, um die Erneuerung der Luft zu hindern, so wirken die Metalle auf einander selbst ein, dergestalt daß sich in der Richtung von unten nach oben Zink an das Kupfer und Kupfer an den Zink anlegt. Wird die Säule in umgekehrter Ordnung gebaut, so ist auch die Richtung umgekehrt. Der Zink muß hiebey die feuchte Zwischenlage durchdringen, um sich an die ihm entgegenstehende Fläche des Kupfers anzulegen, das Kupfer aber legt sich unmittelbar an die Fläche des Zinks an, wo es denselben berührt, und beydes geschieht bloß wenn die Säule geschlossen ist. Unterläßt man dieses, so bleibt die untere Kupferfläche

glatt, die ihr entgegenstehende obere Zinkfläche aber wird mit kleinen schwarzen Fäserchen, nach der Richtung der Fäden in der Zwischenlage bedeckt. Vereinigt man hingegen die Pole, so fängt nach einiger Zeit der Zinkoxyd an in kleinen Partikeln überzugehn und sich an die Kupferfläche anzulegen, so daß diese nach und nach ganz damit bedeckt wird. Nunmehr hört die Wirkung auf, während derselben aber scheint der Uebergang des Oxyds die Dauer der Erscheinungen zu verlängern, weil dadurch die Oberfläche des Zinks beständig erneuert wird. Zuweilen nimmt auch der Zinkoxyd auf der Kupferfläche seine metallische Gestalt wieder an.

Das Kupfer überzieht, wie gesagt, den Zink bloß an der Fläche, wo es denselben unmittelbar berührt, und zwar in metallischer Gestalt, zuweilen aber bildet sich auch Messing. Bey nichtgeschloßner Kette wurde dieser Ueberzug nie bemerkt. Uebrigens müssen die Tuchscheiben weder allzu dick, noch von allzu dichtem Gewebe seyn, wenn die Versuche gelingen sollen. Die dabey bemerkten Erscheinungen bestätigen die Volta'sche Annahme, daß der Strom des galvanischen Fluidum seine Richtung von unten nach oben nimmt, wenn die Ordnung diese ist: Zink, feuchter Leiter, Kupfer, Zink, feuchter Leiter, Kupfer, rc. rc. und dagegen eine umgekehrte Richtung erhält, wenn man die Scheiben in der Ordnung: Kupfer,

feuchter Leiter, Zink &c. &c. auf einander folgen läßt."

Man suchte nun zu bestimmen, wie sich die Bewegung des galvanischen Fluidum verhält, wenn man, statt des metallnen Leiters, die Pole durch eine Wassersäule verbindet. Der Apparat wurde 24 Stunden lang in dieser Verbindung gelassen, und die dabey bemerkten Erscheinungen waren immer dieselben. Von keiner Seite war eine Gasentbindung, so wenig als ein Ueberzug des einen Metalls mit dem andern, oder eine Spur von Oxydation zu bemerken, und die Säule verhielt sich beym Auseinandernehmen völlig so, als ob gar keine Verbindung statt gefunden hätte. Die Zwischenscheiben waren mit kleinen schwarzen Streifen bedeckt, weil das Oxyd nicht durch die Stücken von Zeug hatte dringen können, ohngeachtet diese schon öfters dazu tauglich befunden und vor dem abermaligem Gebrauch sorgfältig gewaschen, getrocknet und aufs neue getränkt worden waren.

Das Wasser setzt also der Bewegung des galvanischen Fluidum einen Widerstand entgegen, so daß, wenn derselbe zu groß ist, gar keine Wirkung und keine Gemeinschaft zwischen den beyden Polen der Säule statt findet. Bey einer Wiederholung des Versuchs, wo ebenfalls die Verbindung durch Röhren, die mit Wasser gefüllt waren, gemacht und wo selbst die empfindlichsten Organe nicht afficirt

wurden, wenn man sie in die Kette brachte, obschon außerdem die Wirkung der Säule sehr beträchtlich war, bemerkte man dennoch nach einiger Zeit einen deutlichen galvanischen Geschmack, wenn man sich mit dem einen Pole der Säule in Verbindung setzte und aus einem Gefäße, das mit den andern verbunden war, das Wasser durch Saugen in die Höhe zog, so daß es die Spitze der Zunge berührte. Der Geschmack war um so stechender, je kürzer die Röhren waren, aber niemals konnte man dabey den galvanischen Blitz oder die mindeste Zuckung bemerken. Es folgt hieraus, daß das Wasser an sich ein unvollkommner Leiter für den Galvanismus ist.

Diese Erscheinungen, welche dem ersten Ansehen nach auf einen Unterschied zwischen Elektricität und Galvanismus hinzuweisen scheinen, begründen vielmehr eine neue Analogie zwischen beyden. Zwar würde unter den Umständen, unter denen die Versuche angestellt wurden, eine Leidner Flasche entladen worden seyn, allein der Schlag würde bey dem Durchgang durch die Flüssigkeit einen Theil seiner Kraft verloren haben. Nun setzt die Entladung der Flasche, wegen der unvermeidlichen Dicke des Glases, eine sehr beträchtliche Anhäufung des elektrischen Fluidum voraus. Da nun aber, wie es immer wahrscheinlicher wird, der Galvanismus eine sehr schwache Elektricität ist, die immer erneuert wird und sich

mit sehr großer Geschwindigkeit bewegt, so muß das Wasser in einem solchen Falle ein sehr unvollkommner Leiter für die Elektricität seyn, und das Widersprechende beyder Erscheinungen fällt gänzlich hinweg.

Bey allen diesen Versuchen hatte man die Vorrichtung dergestalt gemacht, daß das Fluidum keinen andern Weg, als durch das in gläsernen Röhren eingeschloßne Wasser nehmen konnte. In einem offnen Gefäße hingegen, wo sich das Fluidum an der Oberfläche des Wassers ausbreiten kann, wird es viel weiter fortgepflanzt. Daher fühlt man die Erschütterung, den Geschmack und die Lichterscheinung sehr stark, wenn man die Hand oder die Zunge in ein Gefäß mit Wasser taucht, das mit dem einen Ende der Säule durch einen metallischen Leiter verbunden ist, während man mit der andern Hand die Kette schließt. Dieß geschieht selbst dann, wenn die Wanne sehr groß ist; wenn man aber unter eben diesen Umständen das Wasser aus derselben durch eine gläserne Röhre ansaugt, so ist keine Empfindung zu bemerken. So hatte z. B. eine sehr stark wirkende Säule auf einer freyen Oberfläche reinen Wassers, in der Entfernung von ½ Metre von dem metallischen Leiter, noch nichts von ihrer Wirksamkeit verloren; leitete man aber den Strom durch eine kleine eingeschloßne Wassersäule von nicht mehr als 2 bis 3 Centimetres Höhe, so fühlte man nichts als den Geschmack. Auf

einer großen flüssigen Oberfläche breitet sich das galvanische Fluidum in größerer Menge und mit größerer Schnelligkeit aus, daher auch in diesem Falle die Oxydation der Scheiben viel stärker ist. Uebrigens hat der Galvanismus auch diese Eigenschaft, daß er sich auf offnen Wasserflächen leicht verbreitet, mit der Elektricität gemein.

Ferner erklärt sich hieraus, warum der Galvanismus oft nur mit Schwierigkeit an metallischen Leitern fortgepflanzt, und warum diese Schwierigkeit gehoben wird, wenn man mit den nassen Fingern an den Leitern herabstreift. Im erstern Falle nämlich konnte der Strom durch eine Menge Hindernisse, (die insgesammt einer größern absoluten Menge des Fluidum hätten weichen müssen, und z. B. für die gewöhnliche Stärke der gemeinen Elektricität keine Hindernisse würden gewesen seyn,) unterbrochen oder verzögert werden, im zweyten Falle aber verbreitet sich das Fluidum mit größerer Schnelligkeit über die nasse Oberfläche, welche die Finger zurückgelassen hatten. Eben so erklärt sich hieraus, wie es kommt, daß benetzte Leiter noch besser wirken, wenn man sie stark drückt, weil dadurch die Anzahl Berührungspunkte und folglich auch die Einwirkung auf die Körper vermehrt wird. Endlich liegt auch hierin die Ursache, warum die Theile des Körpers, wenn sie befeuchtet werden, die galvanischen Wirkungen besser

und weiter fortpflanzen, und so beweisen denn diese und mehrere andre Wahrnehmungen, so abweichend sie auf den ersten Anblick zu seyn scheinen, dennoch bey näherer Betrachtung die Analogie zwischen Elektricität und Galvanismus. Auch die chemischen Wirkungen des Galvanismus sind noch nicht hinreichend, eine wirkliche Verschiedenheit zwischen ihm und der Elektricität zu begründen, weil bey ersterm eine geringe Masse mit großer Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt wird, bey unsern elektrischen Batterien aber Masse und Geschwindigkeit, gleich groß sind. Da nun schon bey den verschiednen galvanischen Versuchen selbst, nach Maaßgabe des Verhältnisses zwischen Masse und Geschwindigkeit die Wirkung so bedeutend verschieden ist, wie viel mehr muß dieses nicht zwischen Galvanismus und Elektricität der Fall seyn, wo der Abstand dieses Verhältnisses um so viel größer ist.

Der Verf. zieht am Ende seiner Abhandlung aus diesem allen folgende Resultate:

1. Die Gesetze der Bewegung, denen das galvanische Fluidum gehorcht, lassen sich insgesammt von eine Repulsionskraft seiner kleinsten Theile ableiten, und reduciren sich, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, auf die Gesetze der Elektricität.

2. Die Verschiedenheit der Erscheinungen, die man durch die elektrischen und galvanischen Vorrichtungen bewirkt, hängen vorzüglich ab von einem

verschiednen Verhältniß zwischen der absoluten Menge oder Masse und der Geschwindigkeit des Fluidum [4]).

3. Das galvanische Fluidum geht mit großer Schwierigkeit durch Wasser, verbreitet sich aber sehr leicht auf der Oberfläche desselben.

§. 3.

Allgemeine Uebersicht der von verschiednen Physikern angestellten neuen Versuche über den Galvanismus [5]).

(Da fast alle in diesem Aufsatz enthaltne Beobachtungen schon im vorhergehenden erwähnt worden sind, so folgt hier bloß die Stelle, wo von der Polarität der Säule die Rede ist. S. 187—190.)

„Mit der Bestimmung der wahren Formel, nach welcher die Volta'sche Säule construirt werden muß, beschäftigten sich vorzüglich Desormes und Pfaff. Es entsteht nämlich die Frage: Müssen die Scheiben in der Ordnung Zink, Silber feuchter Leiter, oder in folgender, Silber, feuchter

4) Charles drückt dieses so aus: Galvanismus und Elektricität sind Produkte zweyer materiellen Kräfte, die in verschiednen Verhältnissen gepaart sind, dergestalt, daß bey der Elektricität die Kraft, welche dem Zurückstoßen, bey den Galvanismus hingegen die, welche den Erschütterungen zum Grunde liegt, die Oberhand hat. Sue II. 190.

5) Bullet. d. sc. de la soc. philom. Flor, an. 9. no. 50.

Leiter, Zink über einander geschichtet werden? Desormes ist für die erstere Formel, weil der Zink oxydirt wird und der Drath, welcher mit dem Zink in Verbindung steht, bey dieser Construction der Säule sich ebenfalls oxydirt. Mithin, sagt Desormes, ist hier der Zink an der Stelle, wo er seine eigenthümliche Wirksamkeit äußern kann und wo er keinesweges bloß die Stelle eines Leiters vertritt. Pfaff erinnert dagegen: Gerade weil sich der Zink oxydirt, muß am andern Ende des mit ihm verbundnen Drathes Hydrogen frey werden. Er beweist übrigens durch Versuche an Thieren, daß das wahre Schema für die Construction der Säule dasjenige ist, wo der feuchte Leiter zwischen die beyden Metalle zu liegen kommt. So ist z. B. die Kette: Nerve, Zink, Silber, Muskel unwirksam, wenn man sie durch ein zweytes Stück Zink zwischen Silber und Muskel schließt, dagegen aber, wenn der Zink mit dem Nerven und das Silber mit dem Muskel in Berührung steht, und nun diese beyden Metalle vereinigt werden, jedesmal wirksam, die Schließung mag geschehen wie man nur immer will. Wäre dieß letztere bey der ersten Art der Verbindung auch der Fall, so würde das zweyte Stück Zink bloß als Leiter dienen, und so gut als es jedes andre Metall bey Schließung der Kette auf die zweyte Art thut, Zusammenziehungen bewirken.

Die französischen und englischen Versuche scheinen sich in so fern zu widersprechen, daß die Engländer überall dem Zink-Ende, die Franzosen aber dem Silber-Ende positive Elektricität und die Entwickelung des Sauerstoffgas zuschreiben. Dieser Widerspruch rührt von einer verschiednen Construktion der Säule her, die in England nach der Formel Zink, Silber, feuchter Leiter, in Frankreich aber in der Ordnung Silber, feuchter Leiter, Zink rc. gebaut zu werden pflegt [6].

6) Die Frage ist nicht sowohl ob das Zinkende der Säule positiv und das Silberende negativ sey, (denn beydes ist unter andern durch Volta's oben angeführte Versuche mit einzelnen Plattenpaaren, von denen die Batterie nur das Vielfache darstellt, unwidersprechlich erwiesen,) sondern vielmehr, welches Ende der Säule man für den Zink- und welches man für den Silberpol zu halten berechtiget sey? — Da nach Volta's Ansicht die elektrische Einwirkung heterogener Metalle auf einander lediglich durch ihren gegenseitigen Contact bestimmt wird, so folgt, daß in der Ordnung: Silber, feuchter Leiter Zink, Silber, feuchter Leiter Zink, Silber, feuchter Leiter Zink, die beyden Endglieder Silber und Zink völlig überflüßig und mithin das Silberende der Batterie der verlarvte Zink- oder Oxygenpol seyn müsse. — Es bleibt daher folgendes als das Grundschema für die Construction der Säule übrig: Feuchter Leiter, Silber, Zink, feucht. Leit. Silber, Zink, feuchter Leit. u. s. w. wobey die Namen der Endmetalle die wahren Pole

§. 4.

Gautherot's Untersuchungen über den Galvanismus 7).

Der Verf. dieses Aufsatzes zeigt, daß Wollaston keineswegs der erste gewesen sey, der behauptet habe, daß die Oxydation der Metalle die hauptsächlichste Ursache elektrischer Erscheinungen sey; sondern daß Er selbst diese Meinung in einer dem Nationalinstitut vorgelesenen Abhandlung über ein halbes Jahr früher vorgetragen habe [8].

Nach verschiednen, wenig eigenes enthaltenden Bemerkungen über die isolirende Eigenschaft des Wassers, der Luft und mehrerer anderer Körper, kommt der Verf. auf die Leitungsfähigkeit der Kohle. Er fand, daß man durch Kohle der Säule Funken entlocken und Wasser damit zersetzen kann, so daß von zwey Stücken Kohlen, deren man sich zu diesem Endzweck bedient, das eine Wasserstoff- das andre

bezeichnen. Vergl. Ritters Beantw. d. Fr. welches Ende der Volta'schen Batterie hat man das Zink und welche das Silberende zu nennen? in Gilb. Ann. 9. Bd. S. 212. ff.

7) Aus dem Mem. des societés savantes et literaires de la republ. Franç. etc. (recueillis et rediges par plusieurs savants.) T. I. p. 471.

8) Wollastons Aufsatz wurde am 25. Jun. 1801 in der königl. Soc. zu London, der von Gautherot hingegen im Nationalinstitut schon am 26. Nivose 9. vorgelesen.

Sauerstoffgas entbindet. Merkwürdig ist hiebey der Umstand, daß die Gasentbindung fortgeht, wenn gleich die beyden Stücken Kohlen sich im Wasser berühren, und selbst dann, wenn man, um die Berührung noch inniger zu machen, eines der beyden Stücke gabelförmig ausschneidet. Gautherot wurde hiedurch auf die Idee geleitet, sich der Kohle statt des Silbers zur Errichtung einer Batterie zu bedienen. Nach vielen vergeblichen Versuchen (denn nicht jede Kohle ist ein gleich guter Leiter, und ein einziges schlecht leitendes Stück ist hinreichend die Wirkung des ganzen Apparats zu unterbrechen,) gelang es ihm endlich, und er beschäftigte sich nun, durch diesen Erfolg aufgemuntert, mit Auffindung und Untersuchung der Körper, die nicht bloß leiten, sondern auch in Berührung mit Zink einen Geschmack auf der Zunge hervorbringen, in der Hoffnung, sie zu Errichtung Volta'scher Säulen benutzen zu können. Der Zungenversuch gelang mit Kohle und Schwefelkies (sulfure de fer,) Graphit (carbure de fer,) und selbst mit schwarzer Kreide (schiste noir), deren sich die Zimmerleute und Zeichner bedienen. Aus diesen Fossilien und Stoffen wurden erst in Verbindung mit Zink und dann auch mit einigen andern Metallen Batterien errichtet, und als der Erfolg davon der Erwartung entsprach, ein Versuch gemacht, ob sich nicht dergleichen auch ohne alle Beyhülfe von

Metallen zusammensetzen ließen? Nach vielen vergeblichen und mühsamen Versuchen gelang es endlich eine Säule von 40 Lagen aus Kohle und schwarzer Kreide (schiste noir) zu errichten, welche einen starken, stechenden Geschmack auf der Zunge, und Lichtblitze vor den Augen erregte, und eine Zersetzung des Wassers bewirkte, wobey das Wasserstoffgas auf der Seite der Kohle und das Sauerstoffgas auf der Seite der schwarzen Kreide entbunden wurde. Dieser letztere Umstand entfernt allen Verdacht, daß vielleicht der Eisengestalt der schwarzen Kreide den Hauptantheil an dem Erfolge habe. Denn da bey den Batterien aus Kohle und Eisen das Wasserstoffgas auf der Seite des Eisens entwickelt wurde, so müßte es, wenn diese Vermuthung gegründet wäre, bey Gautherot's Apparat nicht von der Kohle, sondern von der schwarzen Kreide ausgegangen seyn [9]).

Bey den Versuchen mit dem Volta'schen Becherapparat wurde bemerkt, daß der brennende Geschmack, den man empfindet, wenn man zwey Dräthe in den Mund bringt und ihre beyden andern Enden in die erste und letzte Tasse taucht, sich auch dann, obgleich

9) Es gehört dahin auch die der königl. Soc. zu London am 18. Jul. 1801 mitgetheilte Entdeckung von Humphry, Davy, daß man aus Platten von einerley Metall und zweyerley flüssigen Körpern wirksame Säulen construiren kann. Sue.

um vieles schwächer zeigt, wenn man die beyden Dräthe, die hier aus Silber und Platina bestehen müssen, aus den Tassen herausnimmt und sie unter sich in Berührung bringt; daß die Empfindung anhält, wenn die Berührung fortdauert; ja daß die Dräthe diese Eigenschaft eine Zeitlang behalten, und daß der Geschmack mehrmals bemerkt wird, wenn man zu wiederholten malen die Dräthe entfernt und einander wiederum nähert.

Noch deutlicher empfindet man den Geschmack, wenn man die beyden Dräthe in eine Flasche mit Salzwasser taucht, sie durch einen Korkstöpsel zieht, damit sie sich nicht berühren, hierauf die beyden andern Enden mit den Polen der Säule oder des Becherapparats verbindet, und nunmehr, wenn das Wasser in der Flasche sich zu zersetzen anfängt, die beyden mit dem Apparat verbunden gewesenen Drathenden in den Mund bringt. Der Geschmack ist hiebey nicht bloß lebhafter, als beym vorhergehenden Versuch, sondern zuweilen auch mit einer schwachen Erschütterung verbunden; ja Gautherot brachte es sogar dahin, durch diese Vorrichtung eine Wasserzersetzung zu bewirken. Noch auffallender ist die Beobachtung, daß der Geschmack auch dann wahrgenommen wird, wenn man einen Platinadrath mit seinen beyden Enden in die äußersten Becher des Apparats taucht, sie nach dem Herausziehen einander nähert,

und, ohne sie sich berühren zu lassen, in den Mund bringt, wobey die Empfindung um so deutlicher wahrgenommen wird, je größer der Durchmesser der Dräthe ist. Es ist hiebey nicht nöthig die beyden äußersten Becher mit Salzwasser zu füllen, und Gautherot stellte deshalb, um jeden Zweifel über die Ursache des Geschmacks zu entfernen, folgenden Versuch an. Zwey ganz reine Tassen wurden mit destillirtem Wasser gefüllt und durch Platinadräthe mit den beyden Enden des Apparats in Verbindung gesetzt. In das destillirte Wasser wurde nunmehr der andre Platinadrath, durch den man den Geschmack bewirken wollte, getaucht, seine beyden Enden den mit dem Apparat communicirenden Dräthen genähert, und die Gasentwicklung erwartet. Brachte man hierauf bie gedachten Enden in den Mund, so erreichte der Geschmack die höchste Stärke, die man ihm durch diese Versuche zu geben im Stande ist. Volta glaubte, daß diese Empfindung vielleicht durch ein Produkt der Wasserzersetzung, eine Säure und ein Alkali, erregt werde; allein Gautherot erinnert dagegen, daß man den Geschmack noch sehr deutlich spürt, wenn man die beyden Drath-Enden, nach dem Herausnehmen aus dem Apparat und vor dem Einbringen in den Mund, in reines Wasser taucht, hingegen aber nicht der mindeste Geschmack zu bemerken ist, wenn man das eine Ende in Salpetersäure

und das andre in Alcali und nachher, bevor man die Zunge damit berührt, in reines Wasser bringt.

Der Verf. dieses Aufsatzes glaubt aus seinen Versuchen schließen zu dürfen, daß sich bey den galvanischen Erscheinungen irgend ein unbekanntes Agens mit dem elektrischen verbinde, weil die bekannten Gesetze der Elektricität zur Erklärung der hier aufgestellten Thatsachen nicht hinreichen, und weil insbesondre die durch seine neue Vorrichtung bewirkte Wasserzersetzung, mit alle dem, was wir von der Elektricität wissen, nichts analoges hat. Um die Identität des Galvanismus und der Elektricität für vollkommen erwiesen zu halten, müßte man erstlich alle galvanischen Erscheinungen aus der Theorie der Elektricität erklärt, und zweytens sie sämmtlich mit Hülfe unsrer Elektrisirmaschinen nachgeahmt haben.

Vierzehntes Kapitel.

Auszug aus einem Schreiben des Herrn D. Mart. v. Marum an Hr. Prof. Volta über die von ihm und Hr. Prof. Pfaff in dem Teylerschen Museum zu Harlem im November 1801 mit der elektrischen Säule angestellten Versuche[1].

Hr. van Marum wurde von Volta in einem Briefe vom 22. October, den er durch Hr. Pfaff bey dessen Rückreise von Paris nach Kiel erhielt, aufgefodert, in Verbindung mit letzterm einige Versuche im Großen über die Elektricität der Metallsäule mittelst der bekannten Apparate des Teylerschen Museums zu unternehmen. Obgleich van Marum durch seine eigenen im July d. J. an einer Säule von großer Oberfläche angestellten Beobachtungen und durch das, was ihm Volta bereits von seinen Versuchen

1) M. s. Annales de chymie No. 120. p. 289. 30. Frim. an. 10. — Ein unvollständiger Auszug aus dieser Abhandlung findet sich in den Journ. de phys. Frim. an. 10 p. 476, und eine Uebersetzung derselben nach der Handschrift des Verf. in Gilbert's Annalen X. 4. p. 121. ff.

mitgetheilt hatte, beynahe völlig überzeugt war, daß die Wirkung der Säule lediglich elektrisch sey; so wich doch seine Theorie dieser Erscheinungen von der Volta'schen, mit der ihn Pfaff bekannt machte, in mehrern Punkten ab. Da es sein steter Wunsch ist, mit den Apparaten, die unter seiner Direktion stehen, so viel als möglich zur Beförderung der Wissenschaft beyzutragen, so lud er Hrn. Pfaff ein, in Gesellschaft mit ihm, beyde Theorien von allen Seiten zu prüfen und dabey die Versuche selbst so viel als möglich ins Große zu treiben. Es wurden zehn volle Tage zu diesen Versuchen verwendet, weil die Verfertigung mehrerer neuen Apparate einen Aufenthalt von einigen Tagen veranlaßte, und gegenwärtiger Brief enthält die Resultate derselben.

Fürs erste wurde, auf Volta's ausdrückliche Empfehlung, die Ladung einer sehr großen Batterie durch eine einzige sehr kurze Berührung mit der Säule versucht. Man bediente sich dazu eines Theils der großen Teylerschen Batterie von 100 Flaschen, jede zu 5 ½ Quadratfuß Belegung, in denen die Dicke des Glases im Durchschnitt ohngefähr 1 Linie beträgt. Da man besorgte, die Verschiedenheit der Dicke des Glases könnte eine ungleiche Ladung bewirken, so wählte man 25 Flaschen aus, deren jede einzeln durch Berührung mit der Säule vollkommen geladen wurde, und verband deren anfänglich 4 zu einer

Batterie, die man mit einer Säule von 200 metallischen Plattenpaaren aus Zink und Silber (ohngefähr 1 ½ Zoll im Durchmesser) in Verbindung brachte. Eine möglichst kurze Berührung war hinreichend der Batterie die nämliche elektrische Spannung mitzutheilen, welche die Säule hatte, wovon man sich durch ein genaues Bennetsches Elektrometer überzeugte. Die Goldblättchen wurden ⅛ Zoll weit aus einander getrieben und diese Divergenz blieb immer die nämliche, als man die Batterie nach und nach bis auf 9, 16 und endlich auf 25 Flaschen, welche zusammen 137 ½ Quadratfuß Belegung enthielten, vergrößerte. Dieser entscheidende Versuch ließ kaum zweifeln, daß auch die ganze Teylersche Batterie durch bloße Berührung mit der Säule auf den nämlichen Grad geladen werden würde; indessen konnte, besonderer Umstände wegen, dieser Versuch in der damaligen Jahrszeit nicht wirklich angestellt werden.

Da in jedem Plattenpaare der Säule das Silber unten und der Zink oben lag, so mußte die innere Oberfläche der Batterie, welche mit dem obern Ende der Säule verbunden wurde, positiv geladen werden. Es wurde hierauf die Säule umgekehrt, so daß das Silber der einzelnen Plattenpaare oben und der Zink unten lag; und die vorigen Versuche mit der ganzen Säule sowohl, als in verschiednen Höhen derselben wiederholt, wobey ebenfalls die Batterie

jedesmal durch eine einzige Berührung bis zu der Spannung des Plattenpaares, welches sie berührte, geladen wurde.

Es folgten nun Versuche über die Schläge oder Sensationen, welche die in verschiednen Höhen der Säule geladne Batterie beym Entladen hervorbrachte, wozu man sich zweyer Conductoren aus Kupfer von 2 Zoll im Durchmesser bediente, die mit nassen Händen angefaßt wurden. Als die Batterie am 20. Plattenpaare geladen worden war, bemerkte man sehr deutlich den Uebergang des Stroms aus dem Leiter in die Hand, und einer von den Anwesenden fühlte den Schlag bis in die Handwurzel. Man stieg nun allmählig auf 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 und 120 Paare, wobey die Wirkung der Batterie verhältnißmäßig an Stärke zunahm, und sich bey 200 Lagen mit vieler Heftigkeit bis in die Schultern erstreckte. Indessen waren die Schläge der Batterie nur ohngefähr halb so stark als sie an der Säule unmittelbar, in der Höhe bey welcher die Batterie geladen worden war, empfunden wurden.

Um genau zu erfahren, wie viel Berührungen mit dem Leiter der kleinen Teylerschen Maschine (deren Scheibe 31 Zoll im Durchmesser hat) erfoderlich seyn möchten, um die Batterie bis zu derselben Spannung zu laden, die ihr durch die Säule mitgetheilt wurde, brauchte van Marum die besondre Vorsicht,

daß er den Leiter der Maschine durch einen Finger mit dem Fußboden in leitende Verbindung brachte und sich übte den Finger in dem nämlichen Augenblicke wegzuziehen als er den Leiter mit einem isolirten Drathe berührte, dessen andres Ende mit dem Innern der Batterie verbunden war. Ohne diese Vorsicht würde der Leiter dem Drathe durch einen Funken die während einer gewissen Zeit in ihm angehäufte Elektricität und folglich einen höhern Grad derselben mitgetheilt haben, als die Maschine während der Berührungszeit zu geben im Stande ist. Eine öftere Wiederholung dieser Versuche lehrte, daß 6 solcher Berührungen nöthig waren, um die Batterie bis zu dem Grade der Spannung zu laden, den ihr eine einzige Berührung der Säule mittheilt. Da die Wirksamkeit der großen Teylerschen Maschine in ihrem ersten Zustande ohngefähr noch einmal so groß war, als die der kleinen, und da sie seit 1790 durch van Marum's Verbesserungen um das Fünffache gewonnen hat, so ergiebt sich aus diesen Versuchen, daß die Kraft große Batterien bis zu einerley Grad von Spannung zu laden, bey einer Säule von 200 Lagen sich zu der Kraft der Teylerschen Maschine in ihrem ehemaligen Zustande verhalte wie 3 : 1 und zu der Kraft derselben bey ihrer jetzigen Einrichtung wie 3 : 5. Directe Vergleichungsversuche mußten wegen der feuchten Jahrszeit bis auf anderweit verschoben werden.

Eine Vergleichung der Empfindungen oder Schläge, welche die Batterie bewirkt, wenn sie das eine mal durch die Elektrisirmaschine und das andre mal durch eine Berührung mit der Säule bis zu gleichen Spannungen geladen ist, zeigte bey oft wiederholten Versuchen nicht die geringste Verschiedenheit. — Sonach glaubten nun beyde Physiker durch einen Versuch im Großen die Identität der durch die Volta'sche Säule und durch die Elektrisirmaschine erregten Strömungen mit möglichster Evidenz dargethan, und dem sogenannten Galvanismus, oder der Annahme eines eigenthümlichen Fluidum, als Ursache der Erscheinungen der Säule, den letzten Stoß gegeben zu haben. Denn da die Wirkung der Säule, im Großen untersucht, rein elektrisch ist, und da sich alle andern sogenanten galvanischen Versuche nach eben diesen Gesetzen vollkommen erklären lassen, so bleibt kein Grund für die Annahme eines besondern Stoffs, den einige Galvanique genannt wissen wollten, übrig, und die richtige Benennung für den Volta'schen Apparat ist elektrische, nicht galvanische Säule.

Die bisher angeführten Beobachtungen können als Antwort auf die von der batavischen Societät der Wissenschaften, auf van Marum's Antrag im May 1801 gegebne Preisfrage dienen: „ob sich Volta's Säule aus den bekannten Gesetzen oder

Eigenschaften der Elektricität erklären lasse, oder ob man daraus auf die Existenz eines eigenthümlichen, vom elektrischen verschiedenen Fluidum schließen müsse?" Auch wird hiedurch der Versuch von Fourcroy, Vauquelin und Thenard widerlegt, der in der Nachricht von den Arbeiten der mathematischen und physikalischen Klasse während des zweiten Trimesters des J. 9. beschrieben wird, (s. oben Kap. 12. S. 113.) und der im Anfange auch van Marum zur Annahme eines eigenthümlichen Fluidum bestimmte, bis er sich durch weitere Versuche vom Gegentheil überzeugte.

Die bisher angezeigten Versuche beweisen auf eine sehr entscheidende Art noch einen andern Hauptpunkt in der Volta'schen Theorie der Säule, nämlich die ungemeine, alle Vorstellung übertreffende Geschwindigkeit des durch dieselbe erregten Stromes. Durch eine möglichst kurze Berührung mit dem Verbindungsdrathe des Apparats, die kaum den zwanzigsten Theil einer Sekunde dauerte, wurde eine Batterie von 137 ½ Quadratfuß Belegung bis zu der Spannung geladen, den die Säule selbst hatte, und es ist folglich kein Wunder, daß man durch die Säule Wirkungen hervorbringen kann, dergleichen gewöhnliche Elektrisirmaschinen nie leisten, wohin z. B. die schnelle Wasserzersetzung gehört.

Durch diese Ueberlegung bewogen, hatte van Marum schon früher darauf gedacht die Wirkung

der Säule zu verstärken, und dieses besonders durch besseres Isoliren derselben zu erreichen gesucht. Sein Apparat aus 200 Plattenpaaren von 1 ½ Zoll im Durchmesser, dessen feuchte Zwischenlagen mit Salmiakauflösung getränkt wurden, hatte durch diese Vorsicht eine ungewöhnliche Wirksamkeit erhalten, so daß er einen Eisendrath von $\frac{1}{240}$ Zoll im Durchmesser an seinem einen Ende zum Rothglühen brachte und schmolz, und einen so heftigen Erschütterungsschlag gab, daß sich niemand entschließen mochte, ihn zum zweytenmal auszuhalten.

Späterhin hatte er, durch die oben beschriebnen Versuche von Fourcroy, Vauquelin ꝛc. veranlaßt (s. oben S. 114.) eine Säule von größerm Durchmesser errichtet, die aus 32 viereckigten Plattenpaaren von Zink und Kupfer bestand, deren jede 5 Zoll breit und 1½ bis 2 Linien dick war, und aus welchen, durch genaues Aneinanderlegen von je vier und vier Platten, eine 10 Zoll breite Säule von 8 Plattenpaaren errichtet werden konnte. Die Anzahl der Plattenpaare wurde in der Folge bis auf 70 und bey Hr. Pfaff's Anwesenheit noch auf 110 vermehrt. Die Beobachter bemerkten indessen sehr bald, daß bey Errichtung sehr hoher Säulen von beträchtlichem Durchmesser die feuchten Zwischenleiter der untern Plattenpaare durch das Gewicht der obern zu stark gepreßt werden, und die zur Wirksamkeit

des Apparats erfoderliche Feuchtigkeit verlieren, dergestalt, daß bey einer Säule aus 50 Lagen von obengedachtem Durchmesser der Effekt schwächer war, als man ihn vorher bey 25 Lagen beobachtet hatte. Es wurden folglich die 110 Plattenpaare in vier einzelne Säulen vertheilt, und diese auf eine bequeme und zweckmäßige Art unter einander verbunden, wobey man folgendes beobachtet:

1. Zwey dieser Säulen, die zusammen aus 50 Plattenpaaren, Kupfer und Zink, bestanden, brachten 8 Zoll Eisendrath Nr. 16. stark zum Glühen, und schmolzen ihn größtentheils.

2. Die beyden andern Säulen, welche zusammen 60 Plattenpaare enthielten, brachten nur 6 Zoll Eisendrath zum Glühen, weil die Pappscheiben nicht gehörig benetzt waren.

3. Alle vier Säulen zusammen brachten 12 Zoll desselben Drathes zum Glühen.

4. Die Schmelzung gelingt nur dann vollkommen gut, wenn man den Rand der obern Platte mit dem Drathe unmittelbar gehörig berührt, welches bey einer großen Länge desselben schwer hält.

5. Bey den Versuchen über die Verschiedenheit der ausfahrenden und einfahrenden, oder den positiven und negativen Funken konnte niemand von den Anwesenden einen merklichen Unterschied wahrnehmen. Die Funken glichen in beyden Fällen elektrischen

Strahlenbüscheln, welches Ansehen jedoch offenbar von der Schmelzung des Metalls herrührte, und bey Metallen, welche nicht geschmolzen werden, z. B. bey Platinadrath, nicht bemerkt wurde.

6. Eine sehr unterhaltende Erscheinung gewährte es, wenn man von dem negativen Ende der vereinigten Säulen einen Eisendrath in eine Schale mit Quecksilber führte, und hierauf das Quecksilber mit dem Verbindungsdrathe der am positiven Ende derselben befestigt war, berührte. Die Spitze des letztern Drathes verbrannte hiebey mit solcher Heftigkeit, daß rings um dieselbe her, in tausenden von sichtlichen Strahlen, Funken sprühten, welche schöne Sonnen, mehrere Zoll im Durchmesser, bildeten. Dieses herrliche Schauspiel ließ sich nach Belieben verlängern, wenn man den Drath, so wie er nach und nach abbrannte, langsam immer weiter abwärts gegen das Quecksilber hin bewegte.

7. Waren die Dräthe zu dick, um geschmolzen zu werden, so bemerkte man deutlicher, wie jeder Funke das Quecksilber auf seiner Oberfläche oxydirte, und Flecken von mehr als einer Linie im Durchmesser auf demselben zurück ließ.

8. Die Spitze eines Platinadraths von ohngefähr $\frac{1}{173}$ Zoll im Durchmesser wurde zu einem Kügelchen geschmolzen.

9. Die Funken am Ende des Verbindungsdrathes hatten mehr als $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser, wenn derselbe nicht allzu dünn war.

So mächtig sich aber auch die Wirkungen breiter Säulen bey den Schmelzungsversuchen zeigten, so wenig wurden durch Vergrößerung der Oberfläche die elektrischen Spannungen derselben, die Erschütterungsschläge und die Ladungen, die sie einer Batterie mittheilten, verstärkt. Vielmehr bewies das Elektrometer, die Empfindung und der Ladungsversuch, daß in allen diesen Beziehungen eine Säule von fünf Zoll Breite keine stärkere Wirkung hervorbringt, als eine andre von 1½ Zoll Durchmesser bey gleicher Anzahl von Plattenpaaren. Die Ursache dieses auffallenden Phänomens, daß zwey Säulen, deren Spannungen völlig gleich sind, und welche große Batterien völlig gleichmäßig laden, doch im Schmelzen der Metalle eine so verschiedne Wirksamkeit äußern, liegt, der wahrscheinlichsten Vermuthung zu folge, in der verschiednen Geschwindigkeit des elektrischen Stroms, welche bey Platten von großer Oberfläche durch die größere Breite der dabey gebrauchten feuchten Zwischenlagen beschleunigt wird. Daß vermehrte Geschwindigkeit elektrischer Strömungen das Schmelzen der Metalle befördert, ist aus Versuchen mit Batterien bekannt; daß aber in breiten Säulen diese Beschleunigung von der Oberfläche

der feuchten Leiter abhängt, wurde durch folgenden Versuch bewiesen: Man errichtete zwey 5 Zoll breite Säulen, jede von 12 Plattenpaaren. In der einen waren die Zwischenlagen von der Größe der Metallplatten, in der andern aber wurde jedes Plattenpaar bloß durch drey Pappscheiben von ½ Zoll Durchmesser getrennt. In beyden waren die Spannungen ꝛc. dieselben, aber die übrigen Erscheinungen äußerten sich an der Säyle mit breiten Zwischenlagen viel stärker. Van Marum hält indessen die Sache noch nicht für hinlänglich erwiesen, und äußert die Vermuthung, daß vielleicht die Größe der Metallplatten selbst, vermöge ihrer größern Capacität, die vielleicht im Verhältnisse ihrer Oberfläche stehe, ebenfalls zur größern Geschwindigkeit des Stroms mit beytrage. — Auch die Gleichheit der Erschütterungsschläge bey so großer Verschiedenheit in der Kraft Metalle zu schmelzen ist schwer zu begreifen. Es fragt sich daher, ob vielleicht auch bey elektrischen Batterien die Schläge nicht in eben dem Verhältniß heftiger für das Gefühl werden, als sich ihre Ladungen im Schmelzen der Metalle wirksamer zeigen?

Es ist eine allgemein bekannte Erfahrung, daß Säulen, deren Zwischenlagen mit Salmiakauflösung genäßt sind, bey den Funken und Schmelzungsversuchen weit kräftiger wirken, als wenn man dazu Wasser oder Kochsalzauflösung wählt. Von drey 5

Zoll breiten Säulen, jede aus 20 Plattenpaaren, deren Pappstücke in der einen mit Salmiak, in der andern mit Kochsalz und in der dritten mit gemeinem Wasser getränkt waren, schmolz die erste 4 Zoll Eisendrath Nr. 16. zu Kügelchen, die zweyte bewirkte weder Schmelzen noch Rothglühen und die dritte zeigte sich in Rücksicht der Funken noch weniger wirksam. Da diese stärkere Wirkung von nichts anderm als von einer vermehrten Geschwindigkeit des elektrischen Stroms abhängen kann (s. im vorherg.) so fragt sich, auf welche Art eine Befeuchtung der Pappscheiben mit Salmiakauflösung den Strom zu einer schnellern Bewegung bestimmt? Der starke Ammoniakgeruch, der sich um eine solche Säule bald nachdem man sie errichtet hat, und vorzüglich, wenn man sie aus einander nimmt, verbreitet, beweist, daß der Salmiak durch die Action der Säule zersetzt wird. Da nun zu gleicher Zeit die Oberflächen des Kupfers und des Zinks von der freyen Salzsäure stark angegriffen werden, und die Wirksamkeit der Säule in eben dem Verhältniß nachläßt, als die Oxydation der Metalle abnimmt, so wurde man hiedurch auf die Vermuthung geleitet, daß die Oxydation, als solche, sehr viel dazu beytrage die Kraft der Säule zu erhöhen. Indessen ließ sich kein hinreichender Zusammenhang zwischen der angeblichen Ursache und der Wirkung auffinden, und es blieb noch immer die

Möglichkeit übrig, daß sich vielleicht durch die Oxydation noch ein andrer, bisher unbekannter Umstand geselle, und die Vermehrung des Effekts allein, oder größtentheils veranlasse. Um der Sache auf den Grund zu kommen, wurden folgende Versuche angestellt, von denen einige für, andere gegen die angeführte Meinung zu sprechen schienen:

1. Die Pappstücke wurden mit Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure benetzt, um zu erfahren, ob die Wirkung der Säule in dem Verhältniß zunehmen werde, als sich eins oder beyde Metalle schneller oxydiren. Allein es erfolgten weder die Spannungen, noch die Erschütterungen, noch die Funken in dem Maaße stärker, als die Oxydation der Metalle beschleunigt wurde, ja sie waren bey den Versuchen mit conzentrirter und verdünnter Salpetersäure, wo die Oxydation sehr schnell erfolgte, offenbar schwächer, als bey einer übrigens ganz gleichen Säule, deren Zwischenlagen mit Salmiakauflösung benetzt waren.

So wenig dieser Versuch der gedachten Vermuthung günstig zu seyn scheint, so wird sie dennoch dadurch noch nicht widerlegt, weil sich noch immer für dieselbe anführen läßt, daß die Oxydation der Metalle in der Säule vielleicht auf eine andre Art geschieht, als durch die Säuren, und weil vielleicht auch die Wirkung des Ammoniaks auf das Kupfer

mit in Anschlag zu bringen ist. Indessen schien ein Versuch, wobey die Zwischenlagen mit Ammoniak genäßt waren, und wo die Wirkungen um vieles schwächer befunden wurden, als bey einer ähnlichen Säule mit Salmiak, dieser letztern Vermuthung entgegenzustehen.

2. Im luftleeren Raume waren die sämmtlichen Wirkungen der Säule ihrem Verhalten in atmosphärischer Luft völlig gleich. Eben so wenig war in gekohltem Wasserstoffgas, das aus Olivenöl, und in Stickgas, das durch Absorbtion des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft mittelst Eisenfeile und Schwefel bereitet worden war, ein Unterschied in der Stärke der Erscheinungen wahrzunehmen. Dagegen waren in sehr reinem Sauerstoffgas aus Braunstein die Erschütterungen viel stärker und die Funken größer, glänzender und leichter zu erhalten, als in den vorhergehenden Versuchen. Sehr auffallend war es, daß sich, als das Sauerstoffgas ausgepumpt wurde, die sämmtlichen Erscheinungen weit schwächer zeigten, als bey dem ersten Versuche im luftleeren Raume. Auch schien der Unterschied, den derselbe in der Wirksamkeit der Säule machte, mehrere Stunden nach ihrer Errichtung bemerklicher zu werden. Van Marum behält sich vor, alle diese Versuche zu wiederholen, und ist Willens, sich dabey mit bloßem Wasser getränkter Pappscheiben zu bedienen, weil

die Wirkung der damit errichteten Säulen gleichförmiger ist.

3. Endlich wurden noch Versuche angestellt, bey denen man die Pappstücke mit Flüssigkeiten benetzte, die auf keine Art die Metalle zu oxydiren vermögen, z. B. mit einer concentrirten Auflösung von Kali. Die Wirkung war bey einer Säule von 12 Plattenpaaren und 5 Zoll Breite so stark, daß die Funken schon am 3ten Plattenpaare von unten an sichtbar, und am 12. Paare strahlend wurden, während an einer andern von gleichem Durchmesser und Höhe, deren Zwischenlagen mit bloßem Wasser befeuchtet waren, kaum eine Spur von Funken zu bemerken war. Beym Auseinandernehmen waren die polirten Oberflächen des Kupfers und Zinks durch das Kali nicht im mindesten angegriffen. — Bey Befeuchtung der Zwischenlagen mit flüssiger Schwefelleber war die Wirkung weit schwächer und von kürzerer Dauer.

Am Ende des Briefes folgen noch die Resultate einiger Versuche über die Säule, die van Marum in einer am 27sten November 1801 im Teylerschen Saale gehaltnen Vorlesung anstellte. Die Anzahl der fünfzölligen Platten war nach Hr. Pfaff's Abreise bis auf 200 Paar vermehrt worden, mit welchen an diesem Tage zum erstenmal, in 6 Säulen vertheilt, experimentirt wurde. Durch ihre vereinigte Kraft gelang es einen Eisendrath Nr. 16. von 28 Zoll in

seiner ganzen Länge zu Kügelchen zu schmelzen, und einen andern von 38 Zoll zum Rothglühen zu bringen. Bey einer Vergleichung zwischen den Erschütterungsschlägen einer 5zölligen Säule und einer andern von 1½ Zoll Durchmesser, war, dem Urtheil mehrerer Anwesenden zu folge, nicht der mindeste Unterschied zu bemerken. Eben das war der Fall bey einer Säule aus 20 Paaren 10 Zoll ins Gevierte. Eben diese Säule, deren Platten viermal mehr Oberfläche hatten, als eine andre von 5 Zoll Breite, schmolz, unter übrigens völlig gleichen Bedingungen, nur 5 Zoll Drath, während die fünfzöllige bey eben so viel Lagen schon 4 Zoll zum Schmelzen brachte. Es wurde hieraus geschlossen, daß die Stärke der Säulen nicht im Verhältniß der Oberfläche ihrer Platten zunimmt.

Van Marum war von Berthollet ersucht worden, Versuche über die Zersetzung des Wassers durch den Strom der Elektrisirmaschine anzustellen. Van Marum bediente sich hiezu seiner Scheibenmaschine von 31 Zoll Durchmesser und giebt in einem Briefe an Berthollet, von dem sich ein Auszug in den Annales de Chymie no. 121. p. 77. befindet [a]),

a) Man sehe Gilbert's Annalen 11. Bandes 2s. Stück S. 200. A. d. Ueb.

folgende Nachricht davon: Er nahm eine Glasröhre von der Art, wie man sich ihrer zu den empfindlichsten Crawford'schen und Hunterschen Thermometern bedient, deren Höhlung nicht über $\frac{1}{100}$ Zoll im Durchmesser hatte. In diese wurde ein Eisendrath von ohngefähr $\frac{1}{300}$ Zoll Durchmesser ohngefähr 12 Zoll weit, so daß das Ende desselben nur etwas weniges aus der Röhre hervorragte, eingebracht, und dann mit Siegellack in der Oeffnung befestigt. Nunmehr wurde die Thermometerröhre in eine größere, mit Wasser gefüllte und wie gewöhnlich zur Wasserzersetzung eingerichtete Röhre gesteckt, und mittelst eines Korkstöpsels in der Mitte derselben erhalten. Als man den Strom der Maschine durch diesen Apparat leitete, erfolgte die Wasserzersetzung fast eben so schnell, als man es bey einer Säule aus 100 metallischen Plattenpaaren wahrnimmt. (S. im folgenden Kapitel Robertson's Versuche.)

Funfzehntes Kapitel.

§. 1.

Versuche und Beobachtungen von Robertson 1).

Sobald dem Verfasser dieser Abhandlung die von Volta der königl. Societät der Wissenschaften zu London mitgetheilten neuen Versuche durch die englischen Journale bekannt wurden, entschloß sich derselbe sie zu wiederholen, und gab hierauf in der unten angezeigten Abhandlung dem Nationalinstitut folgende Nachrichten von dem Resultat seiner Beobachtungen.

1) Der Titel dieser Abhandlung ist folgender: Experimens nouvelles sur le fluide galvanique, par Robertson, Ex-professeur de physique à l'école centrale du Département de l'Ourthe, lues à l'institut nation. de France, le 11. Fructid. de l'an 8. — S. Annales de Chimie T. 37. p. 132. avec deux planches. — Kürzere Anzeigen davon finden sich in dem Journal de Paris fructid. 10. 15. 17. de l'an 8 und in dem Bullet. des sciences Fructid. an 8. — Die letztere übersetzt in Gilbert's Annal. 2. Bd. S. 134.

In der Meinung, daß die Stärke der galvanischen Action im Verhältniß der Massen und vielleicht auch der Oberflächen stehe, errichtete Robertson eine Säule aus 65 Lagen Zink und Silber in folgender Ordnung: Zu unterst befand sich eine Glastafel, auf welche zuerst eine Zinkscheibe, über diese ein Laubthaler und auf diesen eine mit Wasser befeuchtete Papierscheibe gelegt wurde. Die Säule wurde durch drey Glasröhren aufrecht erhalten. Bey Berührung ihrer beyden Enden mit benetzten Fingern war die Empfindung sehr unmerklich und vielleicht bloß eine Wirkung der hoffenden Einbildungskraft. Deutlicher wurde die Empfindung, wenn die Säule mit dem Gelenk des kleinen Fingers berührt wurde, und noch mehr, wenn die Berührung am obern Ende derselben, mittelst eines an der Fingerspitze hängenden Wassertropfens, oder eines zwischen den Fingern gehaltnen Stückes Silber geschah. Das Gefühl hiebey war lebhaft und anhaltend, erstreckte sich aber bloß auf die Nerven der Finger, mit welchen man die obere Endplatte unmittelbar berührte, wie dieses alle Anwesenden bezeugten.

Hieraus zieht Robertson folgende Schlüsse: 1. Ununterbrochne Leitung zwischen den beyden Enden der Säule ist die nothwendige Bedingung der bekannten Einwirkungen derselben auf Gesicht, Geschmack und Gefühl. 2. Die sogenannte galvanische Erschütterung

ist mit der elektrischen nicht zu verwechseln, indem jene eine anhaltende Reizung ist, die sich bloß auf das Nervensystem beschränkt, diese hingegen nur momentan wirkt, und mit Wiederherstellung des elektrischen Gleichgewichts verschwindet. 3. Die Papierscheiben müssen gehörig mit Wasser getränkt seyn, weil dieses der einzige Körper zu seyn scheint, der durch seine leitende Eigenschaft die doppelte Action, welche bey jeder einzelnen Lage auf den Flächen der heterogenen Metalle statt findet, fortzupflanzen im Stande ist. Um die Erschütterung bis in die Hand zu fühlen, ist es hinreichend, bloß die berührenden Finger zu befeuchten.

Von Robertson's eignen Versuchen schienen ihm diejenigen die interessantesten zu seyn, die er über die Wirkungsart des Galvanismus auf verschiedne Theile des menschlichen Körpers anstellte. Nach seinen Erfahrungen sind die Spitzzähne, die Augen und die Spitzen der Zunge und Nase am empfindlichsten für denselben. Die Geschmacksempfindung, die fast immer mit einem Lichtschein verbunden ist, hat viel Aehnliches mit dem Eindruck, welchen Säuren auf der Zunge zurücklassen, und das Permanente dieses Eindrucks ist ein neuer Beweis für den Unterschied zwischen Galvanismus und Elektricität, welche eigentlich nur darin übereinkommen, daß für beyde der menschliche Körper, das Wasser und die Metalle

die besten Leiter sind. „Könnte nicht," fragt Robertson, „das galvanische Fluidum die Grundsäure in der Natur, vielleicht das erste Princip der organischen Bewegung, der Nervensaft der Alten, vielleicht gar ein wirkliches Gift seyn? Wenigstens ist durch die bisherigen Beobachtungen die ausgezeichnete Wirkung der galvanischen Säule auf das Nervensystem für alle Fälle erwiesen."

Um sich von der Stärke, dem Gange und der eigenthümlichen Wirkungsart dieses Princips zu überzeugen, schälte sich der Verf. mit einem Barbiermesser die Oberhaut am Daumen und am kleinen Fußzehen ab und brachte diese beyden Stellen in die Verbindungskette zwischen den Enden der Säule. Der Schmerz oder die brennende Empfindung war hiebey so unausstehlich, daß der Versuch nicht fortgesetzt werden konnte. Aus der ununterbrochnen Fortdauer des schmerzhaften Gefühls schloß der Verf. auf die Existenz eines continuirlichen galvanischen Stromes zwischen den beyden Enden der Säule, und glaubt, daß diese Beobachtung die erste Veranlassung zu dem Versuche der Wasserzersetzung gegeben haben, durch welchen jene Annahme augenscheinlich bewiesen wird.

Auf diese Beobachtungen gestützt, nimmt Robertson an, daß durch die Berührung heterogener Metalle, vorzüglich des Zinks und des Silbers, ein

eigenthümliches Fluidum in Thätigkeit gesetzt werde, welches die Eigenschaften einer Säure habe und so mächtig auf das Nervensystem wirke, daß es, selbst nach dem völligen Erlöschen des Lebens, Muskelbewegungen wieder hervorzurufen im Stande sey. Das letztere sey ihm, wie er behaupten will, sogar an einem vier Tage vorher getödteten Thiere geglückt. Diese Säure sey verschieden von der elektrischen Flüssigkeit, welche Behauptung durch folgende Versuche erwiesen werden soll: [2]) 1. Veilchensaft und Lackmustinktur werden sehr bald grün, wenn man sie in gläserne Röhren einschließt und den galvanischen Strom hindurchgehen läßt, oft in weniger als einer Stunde [3]). 2. Heterogene Metalle, deren benetzte Oberflächen man vereinigt, oxydiren sich schnell, und es erzeugt sich dabey ein weißliches Salz. 3. Die Spitze des Draths, die sich bey der Wasserzersetzung oxydirt, setzt eine Materie ab, die der Verf. für eine Verbindung der galvanischen Säure mit Metall (galvanade) hielt. Die Wirkungen, die das galvanische Fluidum

2) Journal de Paris an. 8. 2. Jour complementaire no. 362.

3) Les teintures de violettes et de tournesol verdissent etc. Es ist wohl kein Zweifel, daß Sue hier, wie an so vielen andern Orten falsch, oder unvollständig referirt, weil Roberson, ein Mann von bekannten Einsichten, unmöglich das Grünwerden des Veilchensafts als einen Beweis für die Gegenwart einer Säure anführen konnte.

unter dem Mikroscop und auf das Gefühl äußert, scheinen den Wirkungen der Säuren ähnlich zu seyn.

Späterhin [4]) erinnerte Robertson, daß die benetzten Papierscheiben nicht so wesentlich zum Versuch nothwendig sind, als das Wasser, und daß man um die feuchten Leiter in einer steten Lage zu erhalten und das Schwanken der Säule zu hüten, eine bequemere Einrichtung als die gewöhnliche treffen könne, von welcher er folgende Beschreibung giebt:

Man zerschneidet einen Bogen starken Löschpapiers in lange, zwey Finger breite Streifen, taucht sie in Wasser und beugt sie im Zickzack von dem Zwischenraume des einem Plattenpaares zum Zwischenraume des andern. Die Zink- und Silberscheiben sind auf einander gelöthet, und werden unter einem Winkel von 45 Grad auf dem Tische neben einander geschichtet, so daß daraus eine horizontale Säule entsteht. Das meiste kommt dabey auf die gehörige Befeuchtung des Papiers an. Geschieht es mit lauem Wasser, so wird dadurch die Kraft der galvanischen Säure noch mehr verstärkt, auch wird durch dieses Mittel die Wirksamkeit einer Batterie erneuert, wenn sie schwach zu werden anfängt. Diese Bemerkungen und vorzüglich der Volta'sche Tassenapparat, von welchem hier eine Beschreibung

4) Journ. d. Paris an. 8. du 10. 15. et 17. Fructidor.

mitgetheilt wird, überzeugten den Verf., daß die feuchten Zwischenleiter eigentlich ganz entbehrlich sind, und bloß dem Wasser, welches das galvanische Fluidum von einem Plattenpaare zum andern leitet, zum Behälter dienen. Endlich führt er noch an, daß Beschleunigung der Oxydation der Metalle die Stärke der Wirkung vermehre, und daß sich durch Anfeuchtung der Zwischenlagen mit Salmiak- oder Alaunauflösung, oder durch Zusatz dieser Stoffe zu dem Wasser im Becherapparat, die Wirkung des Apparats verstärken lasse.

Den Beschluß dieses Aufsatzes macht die Beschreibung eines von Robertson erfundenen Galvanometers, dessen Absicht die Bestimmung der Gegenwart, der Richtung und der Wirksamkeit des galvanischen Stroms, und dessen Einrichtung folgende ist. In eine acht Zoll lange, eine Linie weite und mit Wasser gefüllte Glasröhre wird von der einen Seite ein Zink- und von der andern ein Silberdrath dergestalt eingebracht, daß ihre Enden in dem Wasser einen Zoll weit von einander abstehen. Längst des Zinkdrathes ist an der Röhre eine Skale verzeichnet, die in $\frac{1}{10}$ einer Linie abgetheilt ist, und an eben dem Ende befindet sich ein Hahn, durch den man das Wasser einfüllen, und das während der Action des Apparats sich entwickelnde Gas herauslassen kann. Man bringt dieses Instrument in die Kette und

erkennt aus den Gasblasen, die an dem Ende des einen Drathes aufsteigen, die Gegenwart der galvanischen Thätigkeit, so wie man aus der Menge der entbundenen Luft, die sich nach den Abtheilungen am Glase messen läßt, die Stärke, und nach der Stelle, wo die Gasblasen zum Vorschein kommen, die Richtung derselben beurtheilen kann.

So sehr auch die Annahme einer eigenthümlichen galvanischen Säure von Volta's Theorie verschieden seyn mochte, so wurde dennoch der Verf. obiger Abhandlung einer der eifrigsten Vertheidiger der letztern, sobald er Volta's zu Paris angestellte Versuche mit angesehen und sie selbst öfters wiederholt hatte, wie er denn dieses noch gegenwärtig dreymal in jeder Decade öffentlich zu thun pflegt. Es unterhält nämlich der B. Robertson zu Paris unter dem Namen der Phantasmagorie eine Anstalt zum öffentlichen Vergnügen, in welcher er das Publikum mit allerhand ins Auge fallenden Versuchen aus der Physik und natürlichen Magie belustigt. Unter andern zeigt er an einer (angeblich aus 2500 Platten bestehenden) Säule die Funken- und Verbrennungsversuche, Erschütterungen, Blitze im Auge, Anziehen und Abstoßen, Wirkung aufs Elektrometer, Losschießen der elektrischen Pistole, Wasserzersetzung, Ladung

von 100 Quadratfuß Belegung u. s. w. Gegen die von ihm behauptete und durch die gedachten Versuche, so viel ihm möglich war, bewiesene Identität des Galvanismus und der Elektricität, machte ihm ein Ungenannter im Journal de Paris [5]) folgende Einwendungen: „Wie kommt es,“ fragt derselbe, „daß Robertson mit seinen beyden großen Scheibenmaschinen von fünf Fuß im Durchmesser keine Wasserzersetzung hervorbringen kann, während ein Centimestück 7 Linien im Durchmesser mit einem vier Drachmen schweren Zinkstück dieses in einem Augenblick bewirkt? 2. Warum erhält Robertson die nämlichen Erscheinungen, wenn er ein einziges Metall mit heterogenen Flüssigkeiten, als wenn er heterogene Metalle durch eine einzige Flüssigkeit vereinigt?“

Hierauf erwiederte Robertson folgendes [6]): Der Einsender der Fragen scheint nicht zu wissen, daß die Wasserzersetzung durch Batterieschläge in Frankreich schon längst bekannt ist, und daß Nicholson in London dieses selbst durch den einfachen elektrischen Strom bewirkte, indem er denselben in eine mit Wasser gefüllte Glasröhre mittelst eines Golddrathes leitete, der in dem zugeschmolzenen Ende derselben befindlich war, wobey dieses Ende so weit abgeschliffen

5) du 20. Frimaire an. 10. no. 80.

6) Ebend. 1. Nivose No. 91.

wurde, daß die Spitze des Drathes kaum merklich zum Vorschein kam. Mit weniger Umständen erreiche ich selbst diesen Zweck, indem ich mich dazu einer sehr großen Batterie bediene, an welcher die innere und äußere Belegung durch zwey sehr feine Platinadräthe dergestalt verbunden wird, daß ich sie mit einer nichtleitenden Substanz umgebe und ihre Enden in einen kleinen mit Wasser gefüllten Cylinder leite. Da der elektrische Strom durch anhaltendes Umdrehen der Maschine beständig unterhalten wird, und und da bey dem Uebergange aus der einen Drathspitze in die andre durch das Wasser, als durch einen unvollkommnen Leiter, einen Widerstand antrifft, so wird hiebey von dem Wasser mehr oder weniger zersetzt, je nachdem die Dicke des Drathes mit der Stärke des Stroms im gehörigen Verhältnisse steht.

Was den zweyten Einwurf anlangt, so ist es allerdings wahr, daß man durch schickliche Verbindung eines Metalls mit heterogenen Flüssigkeiten, z. B. in der Ordnung: Wasser, Zinn, Salpetersäure u. s. w. alle Wirkungen der Volta'schen Säule hervorbringen kann, allein die daraus gezogene Folgerung ist irrig. Nicht die Metalle allein, sondern alle und jede Körper, von welcher Beschaffenheit sie immer seyn mögen, sind geschickt, durch Berührung mit heterogenen Körpern ihrer Klasse Elektricität zu erregen, die sich zwischen ihnen, während der

Berührung, in ein gewisses, durch die Beschaffenheit ihrer Bestandtheile bestimmtes Gleichgewicht zu setzen sucht. Mithin würde es möglich seyn, Batterien aus verschiednen Holzarten, Flüssigkeiten, Salzen u. s. w. zu errichten.

§. 2.

Versuche über die elektrische Säure von Brugnatelli.

Volta hatte beobachtet, daß sich in dem Apparat zur Wasserzersetzung, wenn beyde Verbindungsdräthe von Gold sind, an dem einen derselben Ammoniak und am andern eine Säule bildet, welche von einigen für Salpeter, von andern für Salzsäure gehalten wurde. Brugnatelli glaubt[7]), daß sie sich durch ihr Verhalten als diejenige eigenthümliche Säure zu erkennen gebe, die er mit dem Namen der elektrischen belegt hat, und daß das Ammoniak aus dem Hydrogen des Wassers und dem Azote entstehe, welches beständig in den Zwischenräumen desselben enthalten ist. Bey dieser Zersetzung wird eine Verbindung von Wärmestoff und Sauerstoff (das Thermoxygene nach Brugnatelli's Terminologie) frey, vereinigt sich mit der elektrischen Säure und

7) In einem Briefe an van Mons vom 2. Plor. 9. der in des letztern nouveau Journal de Chymie T. I. p. 101. eingerückt ist. — Gilbert's Ann. Bd. 8. S. 284. ff.

durchströmt in dieser Verbindung die ganze Säule bis ans entgegengesetzte Ende, wo eine neue Zersezzung vorgeht. Besteht hier der metallische Leiter aus Gold oder Platina, so verbindet sich der Wärmestoff allein mit dem Metall und die Säure entbindet sich in Gasgestalt; besteht aber der Drath aus einem andern oxydirbaren Metall, so vereinigen sich Wärmestoff und Sauerstoff zugleich mit demselben (il te se thermoxide.)

Versuche über verschiedne Mischungen der Metalle zum Behuf elektrischer Untersuchungen zeigten, daß in Verbindung mit Silber eine Composition aus Zink und Spiesglanz, oder ein Amalgam aus zwey Theilen Zink und einem Theil Quecksilber am wirksamsten sey. Man bringt diese Mischung auf eine Marmorplatte und verwandelt sie, mittelst einer eisernen Walze, in dünne Blätter.

Aus einem andern Aufsatze von Brugnatelli[8]) über die elektrische Säure gehören hieher vorzüglich die Beobachtungen über das Verhalten derselben zu verschiednen Metallen, deren Auflösungen durch dieselbe und die daraus erhaltnen Crystallisationen.

Die Elektricität ist, wie der Verfasser aus einer Menge neuerlich angestellten Versuche schließt, eine

8) Annali di chimica 1801. t. XVIII. p. 136. —

von allen bisher bekannten verschiedne Flüssigkeit, welche alle Eigenschaften einer Säure besitzt. Sie ist beynahe eben so fein als das Princip des Lichts und der Wärme, hat einen unangenehmen, phosphorähnlichen Geruch und einen stechenden, sauren Geschmack. Auf der Haut bringt sie eine Entzündung hervor, (die sich sehr bald wieder verliert, wenn man den Theil mit einer verdünnten Ammoniakauflösung wäscht,) und in Wunden erregt sie, wie jede andre Säure, eine brennende Empfindung. Sie röthet die Lackmustinktur, jedoch nur auf einige Zeit, bis sie sich wieder zerstreut hat. Metalle werden von ihr durchdrungen, und, wenn ihre Thätigkeit den erfoderlichen Grad hat, wie Salz vom Wasser aufgelöst. Besonders merkwürdig ist dabey die Eigenschaft, daß sie die aufgelösten Metalle durch eine große Anzahl Körper bis auf weite Entfernungen mit sich fortreißt [9]). Sie selbst ist im Wasser auflöslich, und Metalle, die in eine solche Auflösung getaucht werden, oxydiren sich mittelst einer Zersetzung des Wassers, wobey Wasserstoff frey wird und die Metalle zu gleicher Zeit eine chemische Verbindung mit der

9) Genauer ausgedrückt: daß das, aus einer Verbindung des Metalls mit der elektrischen Säure entstandne neue Produkt die Eigenschaft der letztern behält, gewisse Körper zu durchströmen.

elektrischen Säure eingehen. — Die Verbindung derselben mit Kupfer ist grün und durchsichtig, mit Zink dunkelgrau und undurchsichtig, mit Silber durchsichtig und weiß, und mit Eisen undurchsichtig und rothgelb. Alle diese Verbindungen sind im Wasser unauflöslich; allein da die elektrische Säure die in ihr aufgelösten Metalle durch andre Körper und so auch durch das Wasser bis auf beträchtliche Strecken mit sich fortnimmt, so geschieht es, daß sie dieselben unter günstigen Umständen an andern Metallen von verschiedenartiger Natur unter der Gestalt einer Salzrinde, die bald irregulär, bald schön crystallisirt ist, absetzt. Unter allen Metallen scheinen bloß Gold und Platina von dieser Säure nicht angegriffen zu werden.

Der Verf. bediente sich bey seinen Versuchen des bekannten Volta'schen Becherapparats, dessen Metallbogen aus Zink und Messing bestanden. Die durch den elektrischen Strom aufgelösten Metalle wurden in einigen Fällen in metallischer Gestalt, z. B. Silber auf Platina in sehr schönen glänzenden Crystallen niedergeschlagen, in den meisten übrigen aber war der crystallinische Ueberzug, den man auf verschiedenen Metallen erhielt, eine Verbindung des Metalls mit der elektrischen Säure, (electrate) deren Beschaffenheit folgendergestalt beschrieben wird.

Die elektrische Silberauflösung bildete auf Silber, Zinn und Eisen bald einen unregelmäßigen Ueberzug, bald lange, plattgedrückte, an sechs Flächen zugespitzte Säulen, deren Zuspitzungsflächen das Licht stark zurückwarfen. Sie waren durchsichtig, ohne Geschmack, knirschten zwischen den Zähnen, und wurden selbst in siedendem Wasser nicht aufgelöst. In der Wärme und an der Luft verloren sie ihr Crystallisationswasser und zerfielen in ein gestaltloses Pulver, welches wie Schnee aussah. Die Crystalle und das Pulver lösten sich beyde in Salpetersäure unter starkem Aufbrausen auf, die Auflösung hatte eine sehr helle durchsichtige Farbe, und bey Zusetzung eines Alcali erfolgte daraus ein Niederschlag, der in allen Säuren, selbst in Salzsäure, unauflösbar war. Das Gas, welches sich unter dem Aufbrausen entbindet, ist nach Brugnatelli's Vermuthung kein kohlensaures Gas, weil sich diese Crystalle auch unter Kalkwasser bilden, sondern entweder eine luftförmige Flüssigkeit von besondrer Art, oder die elektrische Säure selbst. Der Verf. hatte noch keine Gelegenheit die Natur desselben genauer zu prüfen, hofft aber daß Volta, der jetzt die Gasarten, welche die elektrische Säure aus verschiednen Körpern entbindet, untersucht, sich auch dieser Arbeit unterziehen werde.

Die Auflösung von Zinn verhielt sich beynahe völlig wie die von Silber. Die Crystalle, welche sie

auf andern Metallen absetzte, waren in ihrer Gestalt den Silbercrystallen ähnlich, glänzend und durchsichtig, lösten sich in Säuren unter Aufbrausen auf, und wurden aus denselben in Gestalt eines weißlichen Pulvers niedergeschlagen.

Die Crystalle von Messing und Stahl waren durchsichtige Würfel. Ihre Auflösung in Salpetersäure, die ebenfalls mit Aufbrausen verbunden war, gab mit blausaurem Kalk einen blauen Niederschlag. Es blieb mithin bey den Versuchen mit Zinn und Messing zweifelhaft, ob die erhaltnen Crystalle nicht vielmehr Silber oder Eisen, oder vielleicht eine Mischung aus beyden waren.

Um diese Crystalle zu erhalten, müssen die Metalle sehr rein und noch nicht lange zu elektrischen Versuchen gebraucht worden seyn, auch muß der elektrische Strom sich mit mäßiger Geschwindigkeit bewegen, wie dieses auch Volta bezeugte, der sie bey einem sehr wirksamen Apparat niemals völlig regelmäßig darzustellen vermogte. Brugnatelli's Beobachtung zufolge wird die Crystallbildung durch Einwirkung des Sonnenlichts auf den Apparat befördert.

Bey den Auflösungen der Metalle in der elektrischen Säure wird die Säure nicht selbst zersetzt, sondern sie vermittelt bloß eine Zersetzung des Wassers, wobey sich die Metalle oxydiren. Dieß ist überhaupt

der Fall mit allen Säuren, welche die Basis des Sauerstoffgas bloß einfach enthalten, weil die Oxydation der Metalle einzig durch eine Verbindung des Sauerstoffs mit Wärmestoff (thermoxygene) möglich ist. In der Salpetersäure, oder dem oxydirten Stickstoff, nach Brugnatelli, und in der oxygenirten Salzsäure findet eine solche Verbindung statt, daher auch durch sie die Oxydation der Metalle sehr leicht erfolgt. Bey einigen Verbindungen des Wärmestoffs und Sauerstoffs mit Metallen, welche durch die elektrische Säure vermittelt werden, findet keine Gasentbindung statt, welches, wie der Verf. bemerkt, von einer noch unbekannten Ursache abhängt.

Die elektrische Säure hat eine sehr nahe Verwandtschaft zu dem Thermoxygene, daher sie es aus seinen metallischen Verbindungen an sich nimmt, und es selbst solchen Metallen entzieht, bey denen sie unter andern Umständen eine solche Verbindung vermittelt. Der elektrische Funke vermindert den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft, weil sich das elektrische Fluidum mit der Basis des Sauerstoffs verbindet, und aus gleicher Ursache entsteht Salpetersäure, wenn man den Funken durch salpetriges Gas schlagen läßt. — — Der Geschmack, welchen heterogene Metalle auf der Zunge erregen, wird durch eine Auflösung derselben in der elektrischen Säure hervorgebracht.

§. 3.

Ueber das Verbrennen der Metalle durch die Volta'sche Säule von Hachette und Thenard.

Der Versuch über das Verbrennen der Metalle durch die Säule wurde im Prairial des Jahrs 9 bey der école palytechnique gemacht, und am 21. desselben Monats von Fourcroy und Vauquelin, welche einen Bericht darüber an das Nationalinstitut abstatteten, wiederholt.

Bekanntlich verfährt man, um durch elektrische Batterien Metalle zu entzünden so, daß man den Schlag durch einen Metalldrath gehen läßt, wobey sich die Theilchen desselben abstoßen, trennen und in der atmosphärischen Luft entzünden. Es kommt hiebey theils auf die Größe der belegten Oberfläche, theils auf die elektrische Spannung der innern Belegung an, welche letztere durch die Divergenz der Kugeln oder Fäden des Elektrometers gemessen wird.

Statt der elektrischen Batterie bediente man sich bey den folgenden Versuchen einer Volta'schen Säule aus acht Plattenpaaren von Rothkupfer und Zink, deren jede 10 Zoll lang und 7 $\frac{1}{2}$ Zoll breit war, und eben so vieler mit Salmiak getränkten Tuchscheiben. Die erste Platte war in leitende Verbindung mit dem Fußboden gesetzt, und die letzte zeigte am Volta'schen Elektrometer $\frac{8}{60}$ Grad, wovon $\frac{1}{60}$ auf jedes Plattenpaar zu rechnen ist.

Man suchte sich nun fürs erste zu überzeugen, daß die Größe der elektrischen Spannung nicht von der Größe der Platten, sondern von ihrer Anzahl abhänge, und daß sie bey der beschriebnen breiten Säule nicht stärker sey, als bey einer andern von einer gleichen Anzahl Plattenpaaren, deren einzelne Scheiben nicht mehr als vier Quadratlinien Oberfläche hatten. Da es hiezu an einem recht empfindlichen Elektrometer gebrach, so bestimmte man die Stärke der Spannung nach dem Gefühl.

Hierauf wurde eine mit Sauerstoffgas gefüllte Glocke durch Quecksilber gesperrt, und in dieselbe ein Paar Messingdräthe geleitet, deren einer mit dem obern Ende der Säule in Verbindung stand, und an seinem in der Glocke befindlichen Ende mit einem feinen, spiralförmig gewundnen Eisendrathe versehen war, der andre aber an das untre Ende der Säule befestigt wurde. In dem Augenblick, wo man das Messing-Ende des letztern dem spiralförmigen Drathe innerhalb der Glocke näherte, entzündete sich das Eisen mit einem lebhaften Glanze, und bey der nachherigen Untersuchung fand man die Spitze des Drathes in ein geschmolzenes Kügelchen verwandelt.

In Wasserstoffgas und Stickgas kam der Eisendrath bloß zum Glühen, ohne sich zu entzünden.

Es ist nicht schwer, die Analogie zwischen dieser Erscheinung und dem Verbrennen der Metalle durch

die elektrische Batterie zu finden. Hat die Batterie wenig Oberfläche, so kann ihre Elektricität, so stark auch immer die Elektrisirmaschine seyn mag, mit der sie geladen wird, nie zu einer Spannung gelangen, die das, was ihr an Oberfläche abgeht, ersetzte. Dagegen ist eine große Batterie vermögend Metalle zu schmelzen, zu verbrennen und zu verflüchtigen, wenn sie auch nur bis zu einem Grade der Spannung geladen ist, der die Pendel des Elektrometers kaum afficirt.

Die Volta'sche Säule gleicht einer elektrischen Batterie von sehr großer Oberfläche, und liefert, wie diese, eine sehr beträchtliche Menge von Elektricität, die, bey der oben beschriebnen Batterie, obgleich ihre Spannung nicht mehr als $\frac{8}{60}$ Grad betrug, doch hinreichend war, Metalle zu zünden. Hat man eine Säule (von geringem Durchmesser) durch Vereinigung der beyden Enden entladen, so dauert es einige Zeit, ehe die letzte Platte diejenige Spannung wieder erhält, die ihr nach Verhältniß der Anzahl der Platten zukommt. Diese Erscheinung läßt sich aus Volta's Theorie nicht erklären, und ihre Ursache mag seyn, welche sie wolle; so ist doch so viel wahrscheinlich, daß ohne diesen Umstand kleine Säulen eben die Wirkung hervorbringen würden, als große, wegen der außerordentlichen Geschwindigkeit, mit welcher ihre Elektricität selbst schlechte Leiter durchströmt.

Säulen mit kleinen Platten wirken bloß darum schwächer, als große, von gleicher Plattenzahl, weil sie in einer gegebnen Zeit (die sich ihrer Kürze wegen nicht messen läßt) nicht genug Elektricität von $\frac{8}{60}$ Grad zu geben im Stande sind.

Sechszehntes Kapitel.

§. 1.

Nachricht von den an der école de médecine zu Paris angestellten Versuchen über die Anwendung des Galvanismus als Heilmittel verschiedner Krankheiten.

Aus den ersten Versuchen mit der Volta'schen Säule, die man in der école de médecine angestellt hatte, (s. oben 12. Kap. S. 97.) waren, im Betreff ihrer Wirkung auf die thierische Oekononie, folgende Resultate gezogen werden.

1. Die Volta'sche Säule wirkt eindringender auf die Nerven und Muskeln, als die gewöhnlichen Elektrisirmaschinen, wenn man ihre Kraft nach dem in der medecinischen Elektricität angenommenen Maaßstabe beurtheilt.

2. Sie erregt in Theilen, die zu folge ihres krankhaften Zustandes für Funken und selbst für Erschütterungsschläge der gewöhnlichen Elektricität unempfindlich sind, ein starkes, schmerzhaft kriebelndes oder brennendes Gefühl.

3. Wegen ihrer ununterbrochnen Fortdauer berechtigt diese Action zu großen Erwartungen, sie als ein wirksames Mittel in Lähmungen anwenden zu können.

Bey dem Gebrauch des galvanischen Apparats wurde noch überdieß bemerkt, daß die Wirkungen desselben auf den Körper mit der Oberfläche des metallischen Conductors, der den kranken Theil unmittelbar berührt und mit der Säule verbunden ist, im Verhältniß stehen.

Die beyden jetzt folgenden Versuche wurden in den Sälen, wo die Sammlungen der école de médecine aufbewahrt werden, im Beyseyn und unter der Leitung des B. Hallé angestellt, und von dem jüngern Thillaye sein Tagebuch darüber geführt, welches wir hier unsern Lesern mittheilen.

Ein Mann von 53 Jahren zog sich am 6. Floreal 9. bey kaltem, windigen Wetter einen Rheumatismus zu, auf welchen eine Lähmung fast aller Muskeln der linken Seite des Gesichts folgte. Das obere Augenlied derselben Seite konnte niederwärts nicht weiter als bis in die Gegend der Pupille bewegt werden und am untern war die innere Oberfläche zum dritten Theil nach außen umgeschlagen, so daß der innere Ueberzug derselben, der eine Fortsetzung der Conjunctiva ist, bloß lag. Bey dieser Entfernung der beyden Augenlieder von einander

wurden die Thränen nicht mehr, (wie im gesunden Zustande durch die stete Bewegung der erstern geschieht,) nach den Thränenpunkten hingeleitet, sondern flossen unaufhaltsam über die Wangen herab. Uebrigens waren Augenlieder und Wange geschwollen, und der Mund nach der rechten Seite hin schief in die Höhe gezogen, welches sich beym Sprechen vermehrte.

Die Krankheit wurde einige Tage vernachläßiget, wobey das Auge schmerzhaft wurde, die Conjunctiva sich entzündete, der Thränenfluß zunahm und das Gesicht, der häufigen Thränen wegen, trübe ward. Ohngeachtet sich die Augenlieder nicht berührten, so klebten doch die Augenwimper des Nachts über zusammen.

Vom sechsten Tage an wurde der Kranke vom B. Joliet mit verschiednen Mitteln behandelt, welche zwar die Geschwulst zertheilten, aber die Lähmung nicht zu heben vermochten. Joliet rieth den Gebrauch der Elektricität, und wies deshalb den Kranken an den B. Halle', der dieselbe ebenfalls angezeigt fand. Das Funkengeben, mit dem man den Anfang machte, bewirkte bloß eine leichte Röthe in dem ihnen ausgesetzten Theile, ohne alle Zusammenziehung, und selbst bey Erschütterungsschlägen mit der Flasche, deren Ladung das Lane'sche Elektrometer zu einer Divergenz von 1 bis 2 Linien

brachte, wurden bloß schwache Zusammenziehungen im großen Jochbeinmuskel bemerkt, die jedoch sogleich der vorigen Erschlaffung aufs neue Platz machten.

Da nun hiebey der Kranke, so lange man die Elektricität anwendete, ohne alle Erleichterung blieb, so entschloß sich der B. Halle' den Galvanismus zu versuchen und bediente sich dazu einer Säule aus 50 Plattenpaaren von Zink und Silber. Der eine Excitator, der mit dem obern Ende der Säule durch eine kupferne Kette verbunden war, wurde auf den Infraorbitalnerven gesetzt, der andere wurde mit dem untern Ende vereinigt und am Mundwinkel angebracht. Augenblicklich geriethen alle Muskeln der kranken Seite in viel stärkere Zuckungen, als vorher durch die Elektricität hervorgebracht worden waren. Der Versuch wurde fünf Minuten lang fortgesetzt, wobey man die Conductoren an mehrere Punkte des kranken Theils und vorzüglich nach dem vordern Theil des Ohres hinführte, und dadurch mehrere so heftige Contractionen bewirkte, daß dabey die Zähne zusammenschlugen.

Am Ende des ersten Versuchs bemerkte man eine höhere Röthe, als bey Anwendung der Elektricität, die zugleich mit einer sehr merklichen Geschwulst, etwas Schmerz und vermehrtem Thränenfluß verbunden war. Allein diese Symptome verschwanden wenige

Augenblicke nachher, und die Beobachter, so wie der Kranke selbst, schöpften aus der längern Dauer der durch den Galvanismus bewirkten Zusammenziehungen die Hoffnung, seine Leiden, wo nicht gänzlich zu heben, doch wenigstens zu lindern. In der That wurde die Besserung bey fortgesetztem Gebrauch des Galvanismus in kurzem bemerklich. Die Verunstaltung des Mundes nahm ab, das Gesicht wurde deutlicher, und so gieng es stufenweise fore, bis zum dritten Monat. Man hatte unterdessen die Anzahl der Lagen bis auf 75 vermehrt, und bey jeder Wiederholung des Versuchs eben die Erscheinungen, ais beym erstenmale, bemerkt. Am Ende der gedachten Zeit hatte der Mund seine natürliche Gestalt beynahe völlig wieder erhalten, der Ausfluß der Thränen war unmerklich, und das Gesicht sehr deutlich. Indessen waren doch die Muskeln der linken Seite bloß im Zustand der Ruhe vermögend, denen von der rechten das Gleichgewicht zu halten, denn wenn der Kranke reden wollte, zog sich der Mund noch immer nach der rechten Seite in die Höhe.

Da dem Kranken seine Geschäfte nicht erlaubten, sich fernerhin nach der école de médecine zu begeben, so versah man ihn mit allem was zu einem galvanischen Apparat erfoderlich ist, und er bediente sich desselben bis zum 13. Brumaire des folgenden Jahres. Nach Verlauf dieser Zeit war das Ectropium des

untern Augenliedes gehoben, die Röthe des Auges verschwunden, der Thränenfluß nur sehr unbedeutend und der Mund gerade. Doch konnte das obere Augenlied noch nicht weit genug abwärts bewegt werden, um das Auge völlig zu schließen, und beyde Augenlieder standen immer noch 1 bis 2 Linien weit von einander ab, auch bemerkte der Kranke in der linken Seite eine erhöhte Empfindlichkeit. Uebrigens war es, wegen der beträchtlichen Abmagerung der linken Seite, nicht möglich, die in dem Zustande des Kranken bewirkte Veränderung genau zu bestimmen.

Späterhin wurde ein ähnlicher Versuch an einem jungen Menschen von 17 bis 18 Jahren gemacht, der von seiner Kindheit an etwas schwerhörig gewesen war; allein da der Kranke die Behandlung nicht lange fortsetzen ließ, und da überhaupt die Bestimmung der größern oder geringern Empfänglichkeit für Töne bey einem nur im geringen Grade schwerhörigen Subject eine sehr schwierige Sache ist, so konnte aus diesem Falle kein allgemeines Resultat gezogen werden.

Der B. Hallé machte den erstern Fall in einer kürzern Nachricht [1]) bekannt, die dem Wesentlichen nach dasselbe enthält, was wir aus Thillaye's Tagebuche mitgetheilt haben, der aber noch folgende Bemerkungen beygefügt sind.

1) Journal de la societé philomatique messidor an. 9.

Die Wirkungen der Säule waren nicht immer gleichförmig: Oft dauerte es geraume Zeit ehe sie ihre Wirksamkeit äußerte, und zuweilen wurde sie plötzlich mehrere Sekunden lang unterbrochen. In beyden Fällen schien irgend ein Hinderniß den Strom aufzuhalten, und um ihn in Gang zu bringen, war es hinreichend, die Kette zu benetzen, oder zu reiben, oder den einzelnen Gliedern eine andre Lage zu geben. Soll die Einwirkung der Säule auf das Gefühl ungesäumt empfunden werden, so muß die Haut nicht bloß feucht, sondern ganz durchnäßt und gleichsam wie ein Schwamm durchzogen seyn. Die Art der Empfindung selbst vergleicht Halle' mit dem Prikkeln von mehreren Nadeln, die mit einem male in die Haut eindringen, verbunden mit einem stechenden Schmerz und einem Gefühl von Wärme. Werden die Conductoren in der Gegend der Speicheldrüsen angebracht, so bemerkt man einen schwachen metallischen Geschmack.

§. 2.

Lebouvier = Desmortiers Beobachtungen über die Gefahren der Anwendung des Galvanismus auf die Behandlung der Krankheiten 2).

„Noch ist uns das Wesen des Galvanismus völlig unbekannt, und wir wissen von ihm kaum

2) Vorgelesen in der societé des obsevateurs de l'homme

etwas mehr, als wie man den dazu gehörigen Appa- rat aufzustellen hat, und doch wagen wir es schon ihn mit dreister Hand auf das thierische System an- zuwenden, ohne die Unordnungen zu ahnden, die er in demselben hervorbringen kann, mithin auch, ohne die Mittel zu kennen, ihnen abzuhelfen. Man weiß, daß unter der galvanischen Einwirkung Muskeln und Sehnen sehr bald in eine gelatinöse Masse verwandelt, und thierische Säfte mit Nachdruck zersetzt werden. Personen, die sich einem etwas hohen Grade, oder einer langen Einwirkung des Galvanismus aussetzen, fühlen, nach Maaßgabe ihres verschiednen Tempera- ments, Unbequemlichkeiten von verschiedner Art, Stärke und Dauer. Ehe man also zu der Anwendung desselben auf lebende Körper schreitet, ist es der Klugheit gemäß, vorher auf dem Wege der Erfah- rung sich zu überzeugen, welche Veränderungen er in den Stoffen hervorbringt, die zum Leben unentbehr- lich sind.“ Bouvier sucht in dieser Abhandlung durch specielle Untersuchungen über den Urin und die Galle etwas für diesen Zweck zu leisten.

Je zusammengesetzter die Flüssigkeiten sind, die der Einwirkung des Galvanismus ausgesetzt werden, desto stärker wirken dabey ihre Bestandtheile auf die

am 28. Floreal 9. Auszüge davon finden sich im Journal de physique Prairial an. 9. S. 467. und in Voigt's Magaz. Bd. 3. S. 187.

Metalle und diese auf sie zurück. Daher ist Salzwasser in der galvanischen Kette wirksamer als gemeines Wasser, Urin wirksamer als jenes, und Galle wirksamer als beyde. Bey der letztern geschieht die Gasentbindung mit solcher Heftigkeit, daß sich die Blasen mit Gewalt, in Form kleiner Raketen, (en forme de fusée) von den Verbindungsdräthen losreißen, und sich dem Auge wie längliche Körperchen darstellen, da ihre dem Ansehen nach faserige Beschaffenheit dem Schleime zu danken haben, der sich häufig in der Galle findet. Es bildet sich dabey zugleich, wegen der starken Einwirkung der Galle auf das Metall ein häufiger Niederschlag, dessen Beschaffenheit vor dem Löthrohre der Verf. genau beschreibt. Auch Farbe und Schwere thierischer Säfte werden durch den Galvanismus verschiedentlich verändert, je nachdem man den einen oder den andern Pol der Säule auf sie einwirken läßt.

Der Verfasser brachte zu zwey verschiednen malen die Conductoren der Säule an seine beyden Schläfe und bemerkte jedesmal, nach einem äußerst lebhaften Blitz, einen heftigen Schlag durch den Kopf. Seine Augen, die gewöhnlich matt und erhitzt waren, und in denen er fast immer ein Ziehen empfand, waren nach diesen Erschütterungen ganz frey von jenen Unbequemlichkeiten. Nur dauerte die Erleichterung nicht lange, sondern es folgte bald darauf eine

gewisse Benommenheit und ein leichter Kopfschmerz, der erst gegen das Ende des Tages verschwand.

In einem Briefe aus Nantes [3]) macht Bouvier bekannt, daß er angefangen habe den Galvanismus auf Steine in der Harnblase anzuwenden. Ein rundes, sehr hartes, einen Gran schweres Stück Gries, wurde durch denselben in 24 Stunden völlig aufgelöst, und ein fünf Gran schweres, ebenfalls sehr hartes Bruchstück von einem größern Blasenstein, verlor in derselben Zeit ohngefähr den fünften Theil seines Gewichts. Die Versuche wurden in Gegenwart der Bürger Gerber und Baca angestellt, von denen jener als Arzt und dieser als Wundarzt zu Nantes in Ansehen steht.

§. 3.

Auszug aus einem Briefe an den Arzt Husson zu Paris, Gehülfen an der Bibliothek der école de médecine, von Oppermann, der Medicin Beflissenen daselbst.

Aus Reims vom 28. Ventose 10. „Als ich ihren Brief erhielt, hoffte ich noch immer durch Anwendung der Volta'schen Säule meinem Vater, wo nicht den Gebrauch aller gelähmten Glieder, doch wenigstens die Sprache wieder zu geben. Ich

3) S. Journal des debats du 6. Thermid. an. 9.

verschaffte mir eine Säule [4]) und machte am 9. dieses Monats früh mit ihrem Gebrauch den Anfang. Anfänglich bemerkte ich gar keine Wirkung, am wenigsten an der gelähmten Seite der Zunge. Allein als ich des Abends die Säule in das dazu gehörige Etui von weißem Blech einschloß, sie mit demselben in eine kleine Wanne mit Wasser brachte, und nun die Finger des gelähmten Arms in das Wasser tauchen ließ, während ich mit einem silbernen Conductor auf die nicht gelähmte Seite der Zunge einige Funken gab, so äußerten sich, nachdem abermals die ersten Funken ohne Erfolg geblieben waren, in den gelähmten Fingern Bewegung, und die Zunge fieng an sich von dem Ende des Conductors mit vieler Schnelligkeit zurückzuziehen. Durch diesen ersten Erfolg dreister gemacht, setzte ich nunmehr den Conductor auch an die gelähmte Seite der Zunge, und auch hier wurden nach einiger Zeit die Funken fühlbar und die Finger vollbrachten einige Bewegungen.

4) Sie bestand aus zusammengelötheten Doppelplatten von Zink und Kupfer mit Zwischenlagen von Zeug. Die oberste Endplatte von Kupfer hatte in ihrer Mitte einige kupferne Spitzen und an ihrem Umkreis verschiedne Unebenheiten von demselben Metalle. Mir schien diese Einrichtung zur Hervorbringung der Funken und deshalb zu dem Zwecke, den ich vor Augen hatte, vortheilhafter zu seyn, als eine ganz ebne Endplatte.

Am folgenden Tage wurden die Versuche wiederholt, und die Säule, wie Tags zuvor, ins Wasser gesetzt: Die Wirkung war beträchtlicher, als das erstemal; die Muskeln des gelähmten Armes zogen sich kräftig zusammen, und die gelähmte Seite der Zunge schien gegen die Einwirkung der Maschine sehr empfindlich zu seyn.

Des Abends ließ ich den gelähmten Fuß in die Wanne bringen, und verband die Säule mit der Zunge durch einen Conductor von Eisen. Auch diese Modification des Versuchs gelang völlig nach Wunsche.

Am 11. beschloß ich in den Gesichtsmuskeln der gelähmten Seite Zusammenziehungen zu bewirken, weshalb ich den Conductor an der Gegend ansetzte, wo sich der nervus facialis, infraorbitalis und mentalis im Gesichte verbreiten. Der Erfolg entsprach völlig meiner Erwartung, und die heftigen Zusammenziehungen waren mit vielem Schmerz begleitet.

Auch auf die noch eiternden Cantharidenwunden der kranken Theile wurde der Conductor gebracht, wobey ebenfalls die Wirkung sehr stark war. Zugleich machte ich die Bemerkung, daß die Cantharidenstellen an allen vier Extremitäten seit der Anwendung des Galvanismus sehr gut eiterten, so daß es nicht mehr

nöthig war, sie mit reizenden Mitteln zu verbinden, wie vorher täglich geschehen mußte.

Mit gleichem Erfolg wurden die nämlichen Versuche auch am 12. und 13. fortgesetzt, allein, da die Krankheit vom Anfange an so heftig gewesen ist, so wage ich es noch nicht hieraus den Schuß zu machen, daß die nachfolgenden Versuche die Lähmung ganz, oder größtentheils beseitigen werden. Sobald man mit den Versuchen nachläßt, tritt der vorige bewegungslose Zustand der Theile wieder ein. In Rücksicht der Zunge, wo ich am meisten hoffte, habe ich noch gar nichts gewonnen.

Am 14. fieng ich die Versuche von neuem an, und setzte sie bis zum 28. alle Tage fort. Der Kranke fühlte die lebhaftesten Schmerzen, wenn man den Conductor auf die Cantharidenstellen brachte, und die Muskeln, besonders am Schenkel, zogen sich dabey so heftig zusammen, daß der Schenkel in die Höhe gehoben wurde. Das letztere geschah auch am Arme, wenn man die Hand ins Wasser tauchen ließ, und den Conductor an den Gesichtsnerven brachte.

Im Ganzen ist die Empfänglichkeit für äußere Eindrücke wieder in ihrem natürlichen Zustande und vielleicht etwas erhöht. Die Muskeln haben an Zusammenziehungsvermögen gewonnen, doch für jetzt nur in den Schenkeln, ob ich gleich hoffe, daß bey

fortgesetzter Anwendung des Galvanismus auch der Arm und Vorderarm ihre Beweglichkeit zum Theil wieder erhalten werden. Das Fortschreiten geht schon leichter, und der Kranke fängt an sich auf den Füßen zu erhalten.

Ich muß hier erinnern, daß in den ersten Tagen der Krankheit der Mund ganz schief, die Zunge nach dem linken Mundwinkel hingezogen und die rechte Seite des Gesichts völlig schlaff und welk war. Jetzt hat das Gesicht sein gewöhnliches Ansehen, und die Zunge ihre gehörige Lage, auch hat der Kranke bereits einige Worte gesprochen.

Ich schließe meinen Brief mit der Bemerkung, daß sich das Kupfer in meiner Säule stark oxydirt hat, und daß die Wirkung derselben mit dem jedesmaligen Grade der Oxydation im umgekehrten Verhältniß stand. Da ich jeden Morgen meine Platten mit einer alkalischen Lauge reinigte, so waren die Zusammenziehungen des Morgens allemal stärker als Abends.

Das Wasser, in welches ich die Säule senkte, wurde anfänglich mit Kochsalz und späterhin mit Salmiak gesättigt. Im letztern Falle waren die Zusammenziehungen stärker als im erstern, und in diesem stärker, als wenn man sich des gemeinen Wassers bediente."

§. 4.

Uebersicht dessen, was über die Anwendung des Galvanismus in der Heilkunde bisher geleistet worden ist, vom Verfasser.

Alles bisher Vorgetragene nöthigt uns das Geständniß ab, daß die zeitherigen Versuche wenig Vortheilhaftes für die Anwendung des Galvanismus als Heilmittel schließen lassen. Creve behauptete, sich desselben mit einigem Erfolge bedient zu haben, um den wahren Tod vom Scheintode, oder von der Asphyxie zu unterscheiden. Humboldt widerlegte diese Meinung in einem Briefe an Loder [5]), in welchem er die Möglichkeit eines partiellen Todes in einem oder mehrern Muskeln, woran der übrige Körper keinen Theil nimmt, bewies, und zeigte, daß die Empfänglichkeit für einen mechanischen Reiz aufgehoben seyn könne, ohne daß deshalb die Reizbarkeit überhaupt erschöpft sey, so wie auch, daß es weit stärkere Reize gebe, als die Anwendung des (einfachen) Galvanismus. In der That wirken wohl die Leidner Flasche und die volta'sche Säule um vieles

5) Biblioth. germanique tom. IV. messidor an. 8. p. 301. — Aus Loders Journal für die Chirurgie, Bd. 1. St. 3. p. 447.

stärker, und auch dieses macht die Creve'sche Methode etwas unzuverläßig.

Gewisse Complicationen des schwarzen Staars mit dem grauen sind äußerst schwer zu erkennen: Es that daher Pfaff den Vorschlag sich zu diesem Ende des galvanischen Reizmittels zu bedienen. Fehlt bey der gewöhnlichen Anwendung heterogener Excitatoren der Lichtschein vor dem Auge, so ist eine Lähmung des Sehenerven mehr als wahrscheinlich, so wie sich im entgegengesetzten Falle auf die Abwesenheit einer solchen Complication schließen läßt.

Humboldt zeigt in seinem größern Werke über den Galvanismus, welches so viele treffliche Winke über Physiologie, Pathologie und Therapie enthält, daß der galvanische Reiz sehr bedeutenden Einfluß auf die Secretionen äußert, sie auf eine merkwürdige Weise verändert, und mithin bey krankhaft veränderter Absonderung als Heilmittel zur Verbesserung derselben angewendet werden kann. Die sensible Atmosphäre der Nerven, die er durch seine Versuche wahrscheinlich zu machen suchte, wird durch mehrere andre Erscheinungen bestätigt. Durch eine galvanische Kette aus Zink und Silber zwischen der Mundhöhle und dem Mastdarm, gleichsam durch ein galvanisches Klystier, gelang es ihm kleine Vögel aus dem Scheintode zu wecken.

Freylich ist es unmöglich durch den Galvanismus wirklich Todte wieder zu beleben, allein vielleicht ließe sich durch dieses Mittel die letzte Spur des erlöschenden Lebens entdecken, und, wie Verzy im Journal de Paris vom 5. Vendem. 9. vorschlägt, die Gefahr zu früher Beerdigungen verhüten. „Ich hielt,“ sagt er, „vom Anfang an den Galvanismus für eins der leichtesten Mittel, allgemein gegen die schrecklichen Martern des Lebendigbegrabens zu sichern. Es würde hiezu hinreichend seyn, die scharfen Spitzen eines galvanischen Excitators anfangs nur ganz oberflächlich, und nach und nach bey mangelnder Lebensäußerung immer tiefer in einen muskulösen Theil einzustechen. In der traurigen Gewißheit, daß meine Idee, ihrer leichten Ausführbarkeit ohngeachtet, das Schicksal tausend andrer nützlichen Vorschläge haben würde, hielt ich sie bis jetzt zurück.“

In der That hat Vercy's Vorschlag kein anderes Schicksal zu erwarten, weil die Ausführung desselben bey weitem nicht die Vortheile gewähren würde, die er sich davon verspricht. Es ist nämlich durch Versuche noch nicht ausgemacht, ob bey Menschen, wie bey Thieren, nach gänzlich erloschener Empfindung und Bewegungsfähigkeit, der Galvanismus noch seine bekannten Wirkungen äußert, ja es giebt Gründe, die das Gegentheil vermuthen

lassen. Uebrigens giebt es weit wirksamere und zuverläßigere Mittel, sich von dem Eintritt des wirklichen Todes zu überzeugen, so daß man gar keine Ursache hat, sich dieses unsichern Verfahrens zu bedienen.

§. 5.

Der B. Famin wurde durch eine eigne Erfahrung belehrt, daß Personen, die mit galvanischen Versuchen nicht recht umzugehen wissen, sich gewissen Gefahren aussetzen, und theilte den von ihm bemerkten Fall im Journal de Paris vom 6. Ventose 9. mit folgenden Worten mit: „Ich habe mehrere Kranke durch Elektricität glücklich geheilt, aber nur selten Erschütterungsschläge angewendet. Die galvanischen Erschütterungen scheinen aufs mindeste eben die Vorsicht zu verlangen, als die elektrischen, weil schon der einfache Galvanismus bey allzuhäufiger Anwendung und bey sehr empfindlichen und reizbaren Personen nachtheilige Folgen hervorbringen kann. Ich zeigte einem jungen Menschen den gemeinen Versuch, wobey man ein Stück Silber an das Zahnfleisch der unteren und ein Stück Zink an das Zahnfleisch der obern Kinnlade bringt, und bey ihrer Berührung unter sich einen Lichtschein bemerkt. Durch lang fort-

gesetzte Wiederholung dieses Versuchs, wurden bey ihm die Kinnladen so geschwächt, daß er 24 Stunden lang kaum essen konnte, und daß es ihm vorkam, als wären die Zähne los und beweglich geworden.

Schlußanmerkung.

Mit Hinweglassung einiger unvollständigen Nachrichten des Originals über die medicinische Anwendung des Galvanismus in Deutschland schließe ich hier gegenwärtige Uebersetzung desselben, glaube aber vorher dem Publicum und mir selbst noch folgende Erklärung schuldig zu seyn.

Ich wurde im vorigen Jahre, während meines Aufenthalts in Paris, veranlaßt eine Uebersetzung des Sue'schen Werkes zu übernehmen, und ich unterzog mich derselben um so lieber, da es noch gänzlich an einer zweckmäßigen Zusammenstellung alles Wissenswürdigen aus diesem Theile der Physik mangelte. Der erste Theil dieser Uebersetzung wurde bereits im Monat May 1802 in den deutschen Journalen unter meinem Namen angekündigt, und bis zu Ende des Junius, wo ich von Paris aus das Manuscript an die Verlagshandlung einschickte, von mir beendigt, auch sofort der Druck derselben angefangen. Erst geraume Zeit nachher kam mir die im Junius d. J. erschienene,

anonyme Ankündigung einer zweyten Uebersetzung zu Gesichte, ohne daß ich ahnden konnte, daß Herr D. Reinhold sich derselben unterzogen habe, oder unterziehen werde, indem dieser sich erst in einer dritten, noch spätern Ankündigung nannte und eine Umarbeitung des Buches versprach. Ich glaube den bekannten Verdiensten des Hrn. D. Reinholds um den Galvanismus alle Gerechtigkeit wiederfahren zu lassen, wenn ich hier öffentlich erkläre, daß ich, bey dem geringsten Winke hievon zur gehörigen Zeit, meine eigne Arbeit gern würde zurückgenommen haben, überzeugt, daß ein Mann, der sich länger und ausschließender mit dem Galvanismus beschäftigt als ich, und der im Besitz aller dahin einschlagenden Hülfsquellen war, woran es mir bey Bearbeitung des ersten Theils gänzlich fehlte, dem Buche eine größere Vollkommenheit zu geben vermochte. Eben so sehr aber protestire ich gegen das höchst unverständige Urtheil eines Hrn. M.....s, der sich in einer, für die Verlagshandlung der Reinhold'schen Bearbeitung besorgten Anzeige in den Journalen die Behauptung angemaßt hat, daß meine Uebersetzung ohne alle Anmerkungen, und mithin mit der Reinhold'schen in gar keine Vergleichung zu bringen sey; so wie auch gegen eine ähnliche Aeußerung des Herrn D. Martens in seiner vollständigen Anweisung zur therapevtischen Anwendung des

Galvanismus ꝛc. Weissenfels und Leipzig 1803, S. 77. daß durch jene Bearbeitung die meinige ganz überflüßig gemacht werde. Ich erinnere hiebey den Verf. obiger Nachricht 1) daß Buchhändleranzeigen der Ort nicht sind, wo man über fremde, noch dazu unbeendigte Arbeiten abspricht; 2) daß, wenn Hr. M.....s sich nicht enthalten konnte, in den Intelligenzblättern und im Reichsanzeiger ein Urtheil über meine Arbeit zu fällen, dieses wenigstens nicht mit Unwahrheiten durchwebt seyn durfte, dergleichen die Behauptung ist, daß meine Uebersetzung ohne alle Anmerkungen sey. Was endlich 3) die Behauptung des Hrn. D. Martens betrifft, so mögen billige Leser beurtheilen, ob eine Arbeit, die vom Anfange an auf nichts mehr, als auf das Verdienst einer brauchbaren Uebersetzung Anspruch machte, deswegen den Vorwurf eines überflüßigen Unternehmens verdient, weil späterhin eine Umarbeitung derselben Schrift angekündigt und großentheils auch später geliefert wurde! Ob übrigens derselbe überhaupt im Stande sey zu beurtheilen, was in der literärischen Welt überflüßig genannt werden könne, überlasse ich der Entscheidung derer, welche die ihn betreffenden Recensionen in der allgemeinen Jenaischen Litteratur-Zeitung u. s. w. gelesen haben.

Von der eingetretenen Collision wurde mir nicht eher etwas bekannt, als nach meiner im September

vorigen Jahres erfolgten Zurückkunft nach Leipzig, wo ich den Druck des ersten Theils schon beynahe gänzlich beendigt fand. In der Vermuthung, daß man vorzüglich die französischen Originalabhandlungen, welche das Sue'sche Werk enthält, in einer Uebersetzung desselben suchen werde, und daß diejenigen, welche eine Uebersetzung des ersten Theils kaufen, eine nach eignem Plan ausgeführte Bearbeitung des zweyten weder erwarten, noch wünschen möchten; beschloß ich, bloß eine Uebersetzung der wichtigsten Aufsätze französischer Physiker über den verstärkten Galvanismus in den zweyten Theil aufzunehmen, und von meinem, am Ende des ersten Theils geäußerten Vorhaben, eine eigne Fortsetzung der Geschichte des Galvanismus zu liefern, abzugehen. Diesem Plane zu folge, (von dem ich mir bloß in Rücksicht der Volta'schen Abhandlungen über die Säule eine Ausnahme erlaubt habe,) sind in der Uebersetzung folgende Aufsätze des Originals weggeblieben:

Im ersten Theile:

S. 262. Bemerkungen über die elektrometrischen Erscheinungen der Volta'schen Säule von Erman, Professor der Physik an der Militärischen Academie in Berlin. Aus dem Journal de Physique Thermid. an. 9.

S. 121. Das Original in Gilberts Annal. Bd. 8. S. 197.

S. 266. Eine vom Prof. Pfaff mitgetheilte und im Journ. de Phyſ. Therm. 9. S. 132. eingerückte Nachricht von Ritters Versuch über das Anziehen und Abstoßen der Säule.

S. 282. Versuche und Beobachtungen über den Galvanismus, von Nichelson und Carlisle, aus der Bibl. britannique, T. IV. p. 11. Deutsch in Gilb. Annal. Bd. 6. S. 340.

S. 306. Versuche u. Beobachtungen von Cruickshank aus der Bibl. brit. XV. p. 23. — Gilb. Annal. Bd. 6. S. 360.

S. 320. Beobacht. von Henry aus der Bibl. brit. no. 134. p. 237. — Gilb. Annal. Bd. 7. S. 114.

S. 330. Ein Auszug aus Giulio und Roſſi Diſſ. de excitabilitate contractionum in partibus muſculoſis involuntariis ope animalis electricitatis. Aus den mem. de l'acad. de Turin, T. VI. 1792 bis 1802. — (Als Fortsetzung dieser Beobachtungen sind die von Vassalli-Candi, Giulio und

Rossi am 13. und 14. Aug. 1802 zu Turin an drey Enthaupteten angestellten Versuche zu betrachten, von denen im Journ. de Physique t. 55. p. 236. und in Gilb. Annal. Bd. 13. S. 223. Nachricht gegeben wird.)

Im zweyten Theile.

S. 35. Auszug aus Jadelots Uebersetzung des Humboldt'schen Werks über die gereizte Muskel- und Nervenfaser.

S. 60. Ein Brief von Vassalli - Eandi über den Krampfrochen aus dem Journ. de phys. 49. S. 69.

S. 98. Pfaffs Aufsatz über die Humboldtschen Versuche, aus dem Nord. Archiv. 1. Heft, 1799.

S. 112. Ritters frühere Versuche mit der Säule. Mitgetheilt von Friedländer im Journ. de Phys. Pluv. an. 9. p. 101. — Voigts Magaz. 2. Bd. S. 356. — Auch aus dem Bullet. de la soc. philomat. Thermid. 9. no. 54.

S. 144. Versuche von Helwig, Bourguet, Erman und Grapengießer aus dem

Journ. encyclop. Prair. an. 9. — Gilb. Ann. Bd. 7. S. 485.

S. 193. Versuche von Wollaston, aus der Bibl. brit. no. 138. p. 27. das Original in den Philos. trans. 1801. p. 427. und in Gilb. Ann. Bd. 11. S. 104.

S. 216. Bichat's, Dumas u. Richerand's Versuche über den Galvanismus. — Unvollständige Auszüge aus den physiologischen Schriften dieser Verfasser, die ich theils aus diesem Grunde, theils weil sie wenig Merkwürdiges enthalten, gänzlich weglassen zu können glaubte.

S. 241. Simon's Versuche, aus den Ann. de Chym. no. 121. p. 106. — Die Originalaufsätze in Gilb. Ann. Bd. 8. S. 493. und Bd. 9. S. 393. ff.

S. 329. Beschreibung von Pepy's neuem Galvanometer aus Tilloch's philos. magaz. Jun. 1801. p. 38. — Bibl. brit. No. 143 144. Deutsch in Volta's neuesten Versuchen über den Galvanismus rc. Wien 1803.

S. 339. Tilloch's Schreiben an Pictet. Ebendaselbst.

Kürzere Notizen, die in dem hier angeführten Verzeichnisse der weggelassenen Aufsätze fehlen, habe ich an schicklichen Orten, mit Angabe der Quellen, eingeschaltet, unbedeutendere hingegen, z. B. die von Dupuytren und Guyton II. S. 248 und 251. völlig übergangen. — — Und so übergebe ich denn hiemit meine Arbeit dem Publicum, in der Hoffnung, mein Unternehmen hinlänglich gerechtfertigt und den richtigen Gesichtspunkt zur Beurtheilung desselben angegeben zu haben. Leipzig am 19. März 1803.

Cl.

Ende des zweyten Theils.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Sue, Pierre, 1739-1816

Geschichte des Galvanismus von seiner Entdeckung an bis auf die neuesten Zeiten

Bd.: 2

Leipzig (1803)

Phys.sp. 643 d-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134863-7